Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Der Bau des Gebirges östlich von der Lieser (Kärnten)

Vorläufige Mitteilungen

Von

Robert Schwinner (Graz)

(Mit 2 Textfiguren)

Vorgelegt in der Sitzung am 10. November 1927

Die Talfurche der Lieser, welche ungefähr meridional vom Katschberg über Gmünd nach Spittal a. d. Drau zieht, trennt zwei Gebirgsteile, welche nicht bloß in Gestein und Bau sehr verschieden sind, sondern auch im augenblicklichen Stand der geologischen Erforschung. Das Gebiet westlich der Lieser — das Hochalmmassiv, der östliche Eckpfeiler der Hohen Tauern — hat schon vor alters mehr Beachtung gefunden und nimmt einen merklichen Platz in der neueren Literatur ein. Von dem Gebiet östlich der Lieser, dem Land der Kärntner »Nocke«, ist die erste und vorläufig auch letzte zusammenfassende Beschreibung von Peters gegeben worden,[1] eine Beschreibung, die meisterhaft genannt werden muß, aber heute, nach fast 75 Jahren, einiges zu wünschen übrig läßt. Die späteren Arbeiten[2] betreffen nur Teile des von Peters aufgenommenen Gebietes oder sie behandeln besondere Aufgaben (Morphologie). Seit 1920 kam ich fast jedes Jahr da oder dort in das fragliche Gebirgsgebiet, aber erst in den zwei letzten Sommern (1926 und 1927) konnte ich, nachdem 1925 die kaum begonnene Arbeit wegen eines Unfalles abgebrochen worden war, zu systematischen Begehungen Zeit erübrigen. Sehr erleichtert wurde die Aufgabe dadurch, daß für das Gegendtal eine moderne Aufnahme von Petraschek vorlag, an welche ich, von W kommend, leicht anschließen konnte. Ganz besonders muß ich aber hier für die Freundlichkeit danken, daß Herr Prof. Petraschek mir die Bürstenabzüge seiner Arbeit zur Verfügung gestellt hat, welche Beginn

[1] Peters K., Jahrb. 1854, p. 885—886, 879—880; 1855, p. 166, 175—176, 416, 508—567.

Ich führe hier nur an: Geyer G. (Verh. 1892, p. 319; 1893, p. 49); ferner von neueren: Aigner And. (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Abt. I., Bd. 131; 1922, p. 243). Canaval R. Carinthia, II, 1917, 1918, 1904, Berg- und Hütten-Jahrb. 1923); Heritsch F. (Verh. 1926, p. 143; Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, Bd. 62. Jahrg. 1926. p. 46 ff.). Petraschek W. (Verh. 1912, p. 17; 1917, p. 16; 1927). Stiny J. (Jahrb. 1925, p. 97; Zeitschr. f. Geomorphologie, Bd. I, p. 254, »Die Eiszeit«, Bd. III, p. 1, 1926). A. Thurner, Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark. Bd. 63. Ein vollständiges Literaturverzeichnis wird der abgeschlossenen Arbeit seinerzeit beigegeben werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Sommer 1927 noch nicht erschienen war und welche ich daher anders bei meiner Feldarbeit noch nicht hätte benutzen können. Ebenso danke ich Herrn Dr. Thurner für Mitteilung seiner damals noch nicht veröffentlichten Arbeit über Innerkrems. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, auch hier den Anschluß fertig zu machen. Auch sonst auf der großen Fläche sind noch ähnliche Lücken geblieben und der endgültige Abschluß wird sich wohl noch etwas verzögern. Aber die großen Züge des Bildes können auch heute schon für gesichert gelten, insbesondere weil das Gebiet in der Hauptsache wirklich einfach und »großzügig« gebaut ist. An den hier mitgeteilten vorläufigen Ergebnissen wird sich kaum viel ändern, wie nun auch der Befund in jenen Lücken ausfallen mag. Die Mitteilung rechtfertigt sich aber auch deswegen, weil die Ergebnisse von nicht unbedeutender Tragweite sind und ihre Kenntnis für manche im Gang befindliche Arbeit in benachbarten Gebieten von Nutzen sein kann.

Eine übersichtliche Darstellung des Gebietes von Oberkärnten, das hier besprochen werden soll, geht mit Vorteil von jenen kleineren Unterabteilungen aus, in denen hier glücklicherweise orographische Gliederung — die Gebirgsgruppe — mit der Verbreitung gewisser — stratigraphisch aufzufassenden — Gesteinsserien und mit der tektonischen Gliederung in der Hauptsache recht gut übereinstimmt. Wir unterscheiden:

1. Das Hochalmmassiv, für uns nur soweit von Interesse, als seine Nachbarschaft sich in unserem Gebiet bemerkbar macht, weswegen wir nur den Rand besprechen, mit dem es westlich an die Lieserfurche angrenzt.

2. Die Goldeckgruppe, jenes Stück Grundgebirge, das südlich von der Drau unter der Triasbedeckung noch heraussieht und das im Goldeck (2139 *m*) südlich von Spittal gipfelt.

3. Das Millstätter Seengebirge zwischen Drau und der Talfurche Lurnfeld — Millstättersee — Gegendtal — Ossiachersee. Die stratigraphisch-tektonische Grenze folgt nicht dem Talweg, sondern liegt ein Stückchen nördlich davon am Gehänge. Im allgemeinen niedrige Rücken, erreicht aber im Mirnock auch 2104 *m*.

4. Das Radentheiner Gebirge. Von der erwähnten »Seenlinie« nordwärts herrscht die gleiche Gesteinsgesellschaft im Untergrund bis über die Mur an den Fuß der Schladminger Tauern. Aber der mittlere Teil ist durch 5. verdeckt. Daher keine rechte orographische Einheit, nur die Millstätter Alpe erscheint selbständig, das andere mehr als die Rücken, mit denen das »Nock«-Gebirge gegen die Lieserfurche ausläuft.

5. Das Phyllitgebirge des Gurktales,[1] Phyllit, eingefaltet darin (spärliches) Paläo- und Mesozoikum, im W durch eine Schub-

[1] »Gurktaler Alpen« ist von anderen Autoren viel weiterem Sinn gebraucht worden, etwa für das ganze Gebirgsgebiet zwischen Lieser und mittelkärntnerischer Senke. Es scheint mir aber kaum erträglich, z. B. die Millstätter Alpe

fläche vom basalen Grundgebirge getrennt, die auf der Linie Arriach—KleinKirchheim—innersterKremsgraben—Turrach—Fladnitz ausstreicht, im O wohl in wenig gestörter stratigraphischer Auflagerung auf der Grundgebirgsbasis. Orographisch meist als höhere Stufe in der Gipfelflur abtrennbar: (etwa) Wöllaner Nock—Moschlitzen—Rosennock—Karlnock—Eisenhut.

6. Das Grundgebirge der mittelkärntnerischen Senke (Westflanke) zwischen Wörthersee (beziehungsweise Drau) und Neumarkter Sattel. Abgrenzung dieser hauptsächlich phyllitischen Region von 5. und Beziehung zu 3. noch nicht geklärt.

1. Das Hochalmmassiv ist hier nur soweit zu besprechen, als für den Anrainer nötig, nämlich die Schieferhülle seiner Ostflanke. Als normal gilt in dieser folgendes Profil:[1]

	Gestein	Gebräuchliche Namen	Einteilung	
			alte	Winkler
	Kalkfreier Phyllit	Katschbergschiefer Becke, non Uhlig, Gmünder Phyllit mihi.	obere	obere
f	Kalkglimmerschiefer Grünsch. Serpentin	Kalkphyllitgruppe Stache		
	Dünnblätterige dunkle Phyllite	Riffelschiefer Stark	untere	mittlere
d	Quarzit und Marmor	Angertal-Marmor Becke		
	Dunkle und lichte Glimmerschiefer mit Granat, Albit usw.			untere
b	Para- und Orthogneis wechsellagernd, Amphibolit, Serpentin	B-Gneise Sander		
a	Massiger Granitgneis	Zentralgneis aut.		

Schieferhülle

Zu dieser Tabelle ist folgendes zu bemerken:

A. Die untere Grenze *a*/*b* wird verschieden aufgefaßt, nicht alle Autoren trennen die Bändergneise[2] vom Zentralgneis, ins-

—

mit dem Gurktal in Beziehung zu setzen, oder das Aineck, oder gar das Goldeck, das der Geologe doch unbedingt hieherrechnen muß. Da über unser Gebiet überhaupt noch wenig geschrieben ist, kann man wohl den Sprachgebrauch noch zweckmäßig abändern.

[1] Vgl. Becke F., Geolog. Rdsch., III, p. 531 Winkler, Geol. Rdsch., XV, p. 375. Es ist noch zu bemerken, daß die Stellung der Quarzite (*d*) in den Gasteiner Profilen Winkler's nicht genau dieselbe ist, in den Katschbergprofilen Becke's. Für uns ist das von geringer Bedeutung.

[2] *B*-Gneise, Sander, Denkschr. d. Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. 82, 1911, p. 302.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

besondere die darin stark vertretenen Amphibolite sind als basische Randfazies des Granitmassivs aufgefaßt worden. Auf der Gmünder Flanke ist das nicht zulässig. Amphibolit, Serpentin, saure Orthogneise (granitkörnige und porphyrische Augengneise) sind bankweise einem Paragesteinskomplex eingelagert, der 700 bis 800 *m* Mächtigkeit erreicht (Radlgraben) und gerade die Hauptmasse der Amphibolite liegt in diesem Schichtstoß sehr hoch — also fern vom Zentralgranit. Genaueres ist wegen Angleichung in Mineralfazies und Gefüge durch gemeinsame Metamorphose nicht zu erkennen. Es ist ebenso gut möglich, daß der Zentralgranit in diesen Schichtkomplex intrudiert ist, oder daß diese Schichten auf denudiertem Granit abgesetzt worden sind, oder daß beides überhaupt erst tektonisch aneinandergebracht worden ist. Daß die Orthogesteine in *b* aus demselben Magmenherd wie der Zentralgranit kommen, ist möglich, sogar wahrscheinlich, aber nicht nachzuweisen.

B. Die mittleren Glieder des Schieferhüllenprofils, die noch im NO des Massivs gut entwickelt sind (vgl. Becke), sind vom Maltatal ab stark und unregelmäßig reduziert. So liegt am Ausgang des Radlgrabens in gutem Aufschluß Phyllit (*g*) unmittelbar auf Amphibolit von *b*, weiter taleinwärts kann man allerdings zwischen beiden geringmächtige, aber sichere helle Glimmerschiefer *c* und unsichere Spuren von *e*, *f* finden. Bei Trebesing setzt der Kalkglimmerschiefer wieder ein (dort verbunden mit Glimmermarmor), aber noch am Kummetknopf (nördlich ober Pusarnitz) liegt er unmittelbar auf Amphibolit, so daß dort noch *d*, *e* fehlen.

C. Serpentin wird oft als leitend für Kalkphyllitgruppe angegeben. Ich kenne ihn aus den *B*-Gneisen (sogar ziemlich tief Radlgraben), aus den Kalkglimmerschiefern, an der Thorscharte knapp unter der Trias, und südlich von Dornbach über demselben Triashorizont, vielleicht sogar in den hangendsten Teilen der Gmünder Phyllite. Primärer Intrusionsverband ist nirgends festzustellen. Vielleicht sind sie ursprünglich mit den Amphiboliten (*b*) in Zusammenhang gewesen und dann auf Dislokationen in höhere Horizonte emporgeschleppt worden (Vgl. Angel F., Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark, Bd. 60, *B*, Graz 1924, p. 138).

D. Der hangendste kalkfreie Phyllit ist von Geyer ohne weiteres als oberstes Glied der Schieferhülle bezeichnet worden. Becke hat durch den Lokalnamen »Katschbergschiefer« eine gewisse selbständige Stellung desselben betont. Uhlig dagegen trennte ihn ganz von den Tauern als tektonisches Äquivalent der Schladminger Masse und hielt ihn deswegen — wie man heute sagen würde — für einen phyllonitisierten Gneis. Die Ansicht Uhlig's ist nicht zu halten. Es gibt keine Anhaltspunkte (Relikte usf.), daß die einförmige Masse der Gmünder Phyllite[1] jemals etwas anderes gewesen

[1] Die von Becke (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 117, 1908, p. 392, und Bd. 118, 1909, p. 1051 und 1057) aufgestellte

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wäre und eine rückschreitende Metamorphose erlitten hätte. Es ist echter Phyllit, meist dunkelgrau (wie Ennstaler Ph.), oft aber auch weißgrünlich (wie Radstädter Serizitschiefer); quarzitische Lagen sind häufig, andere Einlagerungen scheinen zu fehlen. Allerdings an der Katschbergschubfläche gibt es auch wirkliche Diaphthorite, wodurch eine »Unsicherheitszone« — besonders bei den schlechten Aufschlüssen entsteht, die man aber nicht mit einem Übergang« verwechseln darf. Wenn Becke[1] vom Katschbergpaß sagt, daß man »die Katschbergschiefer von den diaphthoritischen Granatglimmerschiefern ziemlich scharf trennen kann«, so gilt dies noch mehr von dem sehr guten Aufschluß an der Lieserstraße nördlich von Lieseregg, wo man selbst makroskopisch nur über einige Meter im Zweifel sein kann. An der Thorscharte dagegen ist bis zur Unkenntlichkeit verschmiertes Gestein über 200 *m* mächtig aufgeschlossen. Die Gmünder Phyllite an die obere Schieferhülle anzuschließen, dafür spricht die Gleichheit in der Gesteinsfazies. Dagegen nehmen sie in gewissem Grad eine selbständige Stellung in Detailtektonik (S. p. 357) und besonders in Verbreitung ein. Sie sind mächtig entwickelt bei Gmünd, wo der Kalkphyllit fehlt, und bei Pusarnitz, wo er mächtig ist, und sind sehr schwach an der Thorscharte, wo die Kalkphyllite und Grünschiefer gut vertreten sind. Auch die entsprechenden Phyllitmassen, welche die Täler von Klein und Groß Arl, Gastein usw erfüllen und mit denen östlich um die Hochalmkuppel herum wohl unmittelbarer Zusammenhang besteht, können kaum bloß als Anhängsel der Schieferhülle aufgefaßt werden.[2]

Die Goldeckgruppe hatte ich ursprünglich nicht einbeziehen wollen und bin daher, abgesehen vom Ergebnis dreier Exkursionstage, auf die Angaben anderer angewiesen. Im ganzen scheint es ein isoklinal südfallendes Schichtpaket zu sein, das diesen Bergzug aufbaut. Der Sockel der Nordseite ist schlecht aufgeschlossen und ich sah beim Aufstieg von Spittal nur quarzitische Gesteine, die unter solchen Umständen sich am ehesten der Beachtung aufdrängen, aber für die Serienzugehörigkeit nicht sehr entscheidend sind. (Es ist übrigens festzustellen, daß derartige Glimmerquarzite auch am Profil der Lieserschlucht einen beträchtlichen Anteil haben.) Es dürfte dieses Gebirgsglied aber doch mit dem Millstätter Gebirge

---

Bezeichnung »Katschbergschiefer« ist von Uhlig (ebenda, Bd. 117 p. 1409 und 1412) gleich mißdeutet worden, nicht bloß petrographisch, sondern auch tektonisch, gegen die klare Angabe Becke's, daß diese Schiefer unter den Triaslinsen (= Radstädter Äquivalenten) lägen, und dann in der Literatur bald im einen, bald im anderen, meist im falschen Sinn gebraucht werden. Ich ziehe daher vor, hier einen neuen Namen zu verwenden, der im hier meist interessierenden Gebiet von Gmünd und südlich unzweideutig ist. Soviel ich gesehen habe, halte ich diesen Gmünder Phyllit für petrographisch, stratigraphisch und tektonisch äquivalent mit den »Katschbergschiefern« im Sinn Becke's, nicht dem Uhlig's.

[1] Becke F., Geolog. Rdsch., III, 530.

[2] Vgl. dazu Becke F. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 118, 1909, p. 1058, und Stark M., ibid., Bd. 121, 1912, p. 208.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zusammengestellt werden können. Denn es finden sich auch die Pegmatite[1] und in der streichenden Fortsetzung bei Möllbrücken ein (granitisch injizierter) Schiefergneis, der einem weitverbreiteten Typus der Millstätter Serie völlig gleicht.[2]

Darüber folgt Hellglimmerschiefer, der stellenweise, aber nicht überall Granaten führt,[3] und dem Pegmatit- und Marmorlager, begleitet von Amphibolit, eingeschaltet sind. Die mächtigen Marmore bestimmen hier das Gebirgsbild, die Amphibolite sind von viel geringerer Bedeutung.[4] Nordfallen und Diaphthorese (Chloritisierung) des Granatglimmerschiefers kennzeichnen eine Störung, die unter der Goldeckhütte durchzieht. Da sie aber gegen O ausläuft (Geyer, l. c., p. 116), dürfte sie rein lokal sein — Differentialbewegung an der Grenze mechanisch verschieden reagierender Gesteinsmassen, wie Gneis und Quarzit gegen Glimmerschiefer und den Zusammenhang der Serie nicht unterbrechen.

Über diese Schichtenfolge, welche der des Millstätter Seengebirges bis in die Einzelheiten ähnelt, legt sich ohne merkliche stratigraphische oder tektonische Diskordanz, scheinbar sogar mit allmählichem Übergang in der Gesteinsfazies[5] der Phyllit einer typischen »Grauwacken«-Serie. Er enthält untergeordnet echte Grünschiefer (Metadiabase), Quarzite und vielleicht auch dünne Marmorschmitzen.[6] Im Profil Goldeck-Hochstaff liegt zu oberst — am Sattel bei der Gussenalpe — ein Bänderkalk vom Habitus jener, die dem alpinen Devon angehören.[7] Zur Vervollständigung des Bildes der »Grauwackenzone« dienen die Zinnobervorkommen in Stockenboi und die Magnesitlinsen von Tragail, welch letztere durch Umwandlung eines dem obenerwähnten ähnlichen paläozoischen Bänderkalkes entstanden sind.[8] Ferner stehen bei Gassen

---

[1] Geyer G., Verh. 1901, 115—116 (Ziebel bei Mauthbrücken), Heritsch, (l. p. 47) Sachsenburg.

Heritsch F., Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark, Jahrg. 1926, Bd. 62, p. 47; Handstück im geologischen Institut der Universität Graz, Aqu. Nr. 1926, Abt. II a, p. 15.

Im Sillitzgraben (Geyer, l. c., p. 115) und am Goldeckhüttenweg etwa 1000 bis 1600 *m* Granaten, im Ostteil des Gebirges jedoch keine (Geyer, ibid.).

[4] Geyer (l. c., p. 115—116). Am Goldeckhüttenweg sah ich nur eine ziemlich schmächtige Amphibolitlage, gegenüber drei mächtigen Marmorzügen.

Etwa granatführender Hellglimmerschiefer — Granatphyllit — Phyllit. Wie dieser makroskopisch sehr einleuchtende Übergang genetisch zu deuten ist, wäre noch zu untersuchen.

Ich fand solche auf dem Weg Paternion—Tragail ober Aitersdorf, die mir wesentlich unterschieden schienen von den feinkrystallinen Kalken, die westlich vom Magnesitbruch vorkommen, welch letztere ich ebenso wie die Magnesitlinsen für eingefaltetes Paläozoikum halte.

Geyer (l. c., p. 115) scheint auch diesen Kalkzug ins Grundgebirge einzurechnen. Aber abgesehen von jener angeführten verblüffenden Faziesähnlichkeit fällt ins Gewicht der beträchtliche Unterschied gegen die Marmore der Goldecknordseite.

[8] Ein vollkommen schlagendes Beispiel dafür, daß ein Bändermagnesit durch Umwandlung eines paläozoischen Bänderkalkes entsteht, habe ich im Handstück von

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(Stockenboi) schwarze Tonschiefer an, die vom Phyllit abzutrennen und nach der Ähnlichkeit mit solchen der Karnischen Alpen ins Paläozoikum zu stellen sind[1]; ungewiß aber, ob ins Karbon oder Silur (vgl. 5, p. 347).

3. Im Millstätter Seengebirge kann man zwei Gesteinsgruppen unterscheiden. Die einen möchte ich Liesergneise nennen, obwohl im besten Aufschluß, der Lieserschlucht nördlich von Spittal neben Gneisen vom Koralpentypus reichlich Glimmerquarzite beteiligt sind.[2] Sonst finden sich in dieser einförmigen Masse Amphibolite, nicht sehr häufig und meist in kleinen Lagen und Linsen und — bisher als Unikum[3] — die Eklogitlinse des Schottersteinbruches am Nordausgang der Lieserschlucht. Die zweite Gesteinsgruppe nenne ich Millstätter Glimmerschiefer, obwohl gelegentlich reichlich gefeldspatet, wegen hohen Glimmergehaltes; Granaten (makroskopisch!) vorhanden oder nicht, jedenfalls nicht wie in den Radentheiner Glimmerschiefern fast allgemein.[4] Zu dieser Gruppe gehören die mächtigen Marmorlager und (etwas zurücktretend) wieder Amphibolite Vermutlich ist das die normal hangende Schichtengruppe.

Gemeinsam ist der ganzen Serie starke pegmatitische Injektion,[5] die zu einem recht einheitlichen Habitus geführt hat. Seine Kennzeichen sind fast allgemein eine ungleichmäßige weiße Feinbänderung (östlich Döbriach sieht man unmittelbar aufgeschlossen den Zusammenhang dieser Aufblätterung mit einem großen Pegmatit) und besonders ein unruhig funkelnder Glanz; jedes Glimmerblättchen ist eben einzeln für sich vollkommen frisch auskrystallisiert; untereinander sind sie aber nicht genau parallel, wodurch eine Wirkung wie bei künstlichem Facettenschliff entsteht.

Eine pegmatitische Injektion von jener Intensität und weiten Verbreitung, wie sie in der Umformung der Millstätter Serie in ihrer ganzen angegebenen Erstreckung zum Ausdruck gekommen ist, konnte nur von einer entsprechend großen Granitmasse geliefert

---

St. Oswald bei Kirchheim, worüber andernorts berichtet werden soll. Aber auch sonst ist diese Entstehung in den Alpen immer wahrscheinlicher als die aus Jahresschichten nach der Hypothese von Rosza.

[1] Geyer l. c., p. 117. Die Ähnlichkeit mit Mauthen kann ich bestätigen. Heritch F., Verh. 1926, p. 144; Petraschek, Verh. 1927, p. 156.

Eklogit scheint als Erratikum am Ossiachersee nicht allzu selten. Ich fand ihn bei St. Ruprecht. Egenter (Zeitschr. f. prakt. Geol., 1909, p. 429) bei Sattendorf. Vielleicht ist dies doch ein Zeichen, daß mehrere solche Vorkommnisse hier vorhanden sind — oder waren. Aber finden, in diesen übel aufgeschlossenen Bergwäldern?! Schließlich könnte er doch auch vom Schober oder Venediger stammen.

[4] Was besonders für das Ossiacher Gebiet gilt, wie auch Petraschek beobachtet hat.

[5] Ob die gerade südlich vom Ossiachersee (St. Ruprecht usw.) häufigen Orthogneise — alle oder ein Teil — dieser Injektionsperiode zuzurechnen sind, wage ich noch nicht zu entscheiden. Auch nicht, ob die gelegentlich zu beobachtende Ähnlichkeit mit »Bundschuhgneisen« auf zeitlichen oder komagmatischen Zusammenhang zu deuten ist oder nur auf gemeinsam erlittene Umformungen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

werden, denn jener letzte sauerste Differentiationsrest des Magmas ist immer nur ein kleiner Teil der ganzen Masse. Aufgeschlossen ist aber Granit an der Oberfläche nur in dem Rundhöcker P. 538 östlich Seebach bei Villach (großer Pflastersteinbruch.)[1] Es ist mittelkörniger Mikroklingranit von völlig massigem Habitus. Die Muskovite, manchmal Flecke bildend[2], bei denen ich an den »Forellengneis« erinnert war, sind unleugbar ziemlich parallel gestellt, doch scheint mir nach makro- und mikroskopischem Bild eine Einregelung im festen nicht vorzuliegen, sondern eher jene vermutlich fluidale Gleichschlichtung, wie sie an den Rändern von Granitmassen häufig beobachtet wird. Für Randgranit spricht auch die Häufigkeit saurer Adern und Gänge und ihre unregelmäßige, fast »ptygmatische« Fältelung. Das durch die Muskovite des Granites markierte *s* geht nicht durch diese Adern durch. In einer derselben sah ich ganz klar die Glimmer des Aplites parallel zum Salband allen Krümmungen genau folgen, was wohl nur als fluidale Gleichschlichtung innerhalb der Aplitader gedeutet werden kann. Unbekümmert durch Granit und Aplitäderung schneiden zwei saigere Hauptkluftscharen durch, etwa N—S und O—W streichend, d. h., wenn der Faltungsdruck normal zum Streichen (am Kumitzberg SW—NO) war, in Richtung der maximalen Scherungen. Ein »Lager« ist hier nicht zu erkennen, die dritten Trennungsflächen des Quaders fallen nach allen Richtungen, und zwar gelegentlich ziemlich steil (30° und mehr), aber von Ort zu Ort anders.

Für die Hypothese in diesem Vorkommen ein Stück der Randzone eines Granitmassivs von Villach zu sehen, läßt sich manches anführen. Die Intensität der Granitwirkung nimmt gegen Villach zu, Mischgesteine wie am Kumitzberg sind sonst in der Millstädter Serie nicht bekannt. Auch die Häufung der Erzvorkommnisse um Villach[3] — so bescheiden sie an und für sich sein mag — ist hier von Bedeutung; denn sonst ist die Millstädter Serie

[1] Es ist nicht glücklich, wenn Petraschek (l. c., p. 153) dieses Vorkommen als Orthogneis bezeichnet. Nach seiner eigenen Beschreibung, die ich bestätigen kann (auf p. 538), ist es Massengestein nach Struktur und Textur. Auch die großen granitischen Lager, wie sie in der Nähe davon, am Kumitzberg z. B. vorkommen, sind noch als Massengestein zu bezeichnen. Die feineren Aufblätterungen wird man vom Schiefergneis nicht mehr trennen können. Das kann man Mischgneis nennen. Aber würde zu Mißverständnissen führen, wenn man deswegen den Terminus »Gneis« auf den ganzen Komplex ausdehnen wollte; Mißverständnisse, die man besonders hier vermeiden muß, wo es gilt, den Granit von Villach und sein Ganggefolge und die Orthogneise vom »Bundschuh«-Typus auseinanderzuhalten (eben weil ihr wirkliches Verhältnis noch offen bleiben muß).

Das wäre die einzige Andeutung von basischen Differentiationsbildungen.

[3] Am Wöllanig: Magnetit in Amphibolit (Petraschek, l. c., p. 153) und Pyrrhotin (Brunnlechner A., Die Minerale des Herzogtums Kärnten. Klagenfurt 1884, p. 78). bei Treffen: Bleiglanz, Blende, Fahlerz, Kupferkies im Marmor (ibid., p. 123); bei Landskron, Vassach, Gratschach: Blende, Bleiglanz, Pyrit (Zepharovich-Becke, Mineralog. Lexikon, Wien, 1893, III. Bd., p. 40); am Umberg (oder Kumberg Sp. K.!): Bleiglanz, Blende, Antimonit (Canaval, Jahrb. Landesmuseum. Klagenfurt, Heft 22, 1893, p. 174 ff.).

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ebenso wie die analogen tiefen Serien der Koralpe usw. ganz steril. Und weiter ist die Therme vom Warmbad Villach zu erwähnen.[1] Daß das Becken von Villach gerade im Granit ausgeräumt worden, wäre nicht zu bemängeln; denn Granit ist weniger widerstandsfähig, als z. B. Kontaktschiefer. Ähnlich ist im Riesengebirge[2] die Oberfläche des Granitgebietes um etliche hundert Meter tiefer abgetragen als die Umgebung (Hirschberger Kessel!). Zu erwähnen wäre noch, daß der Granit von P 538 anscheinend normal Granat führt, eine Eigentümlichkeit, welche ihn mit den Tonaliten verbinden würde, die in dem Strich von den Rieserfernern bis nahe Klagenfurt auch fast regelmäßig Granat führen.[3] Allerdings habe ich dieses Mineral gerade in einem Schliff des Tonalits von Susalitsch, der nunmehr nicht mehr so arg isoliert wäre, sondern mit dem Villacher Granit ein Paar ähnlich wie bei Eisenkappel bilden würde, nicht finden können, doch stand mir von jenem Vorkommen nur wenig und übel verwittertes Material zur Verfügung.

4. In der Schichtenfolge des Radentheiner Gebirges ist das tiefste Glied ein Paket typischer Hellglimmerschiefer. Große Granaten (auf der Nordseite der Millstädter Alpe ist der Durchschnitt Kirschengröße! Sonst wohl nur Pfefferkorn bis Erbse), umwickelt von dichten Muskovithäuten, ergeben einen knotig-knolligen Hauptbruch; die weißen Quarzlagen sind nur im Querbruch sichtbar. Biotit meist nur kleine schwarze Fleckchen wie Fliegenschmutz auf den silbernen Muskovithäuten. Ausnahmen wie Biotitschiefer, große Staurolithe und Disthene führende Glimmerschiefer nicht häufig, bekannt nur im Gebiet ober Radenthein.

Anscheinend ziemlich tief in der Folge der Glimmerschiefer liegt die Gesellschaft der Brettsteinzüge: mächtige, weithin im Streichen verfolgbare Hornblendegesteinszüge (gemeine, Granat-, Biotit-Amphibolite, Hornblendegarbenschiefer mit und ohne Granat; verbunden mit Gesteinen, die Hornblende nur akzessorisch führen,

---

[1] Nach Diem R. (Österreichisches Bäderbuch, Berlin-Wien, 1914) ist Warmbad Villach eine Akratotherme jenes Typs, wie er z. B. in den Tauerngranitgebieten vorkommt (Gastein, Brennerbad, Hintertux), Temperatur (29° C) und Radioaktivität (2 Mache-Einh.) sind zwar nicht besonders hoch, aber es ist bei der Art des Austrittes durch den Schotter ein beträchtlicher Einfluß der Tagwässer zu vermuten.

Cloos H., Das Riesengebirge in Schlesien. Berlin 1925; p. 159 ff. und 179 ff. Im Riesengebirge wird diese Differenz auf 300 bis 400 *m* geschätzt. Dortselbst auch andere Beispiele.

Granat hat Becke (Tschermak's Min. Mitt., Bd. 13, 1892, p. 379 bis 464) als Bestandteil festgestellt im Reinwaldkern (als erste primäre Ausscheidung p. 407) und in den Tonalitporphyriten von St. Johann im Iseltal (p. 433), wo ich Stücke mit pfefferkorngroßen Granaten gesammelt habe.) Clark R. W. (Verh. 1909, p. 281 bis 283) erwähnt Granat von drei Dioriten, beziehungsweise Tonalitporyphiten aus der Kreuzeckgruppe, in welchem Gebirgsteil solcher Vorkommnisse es viel mehr gibt, wie Herr Dr. Cermak so freundlich war, mir aus seinen Aufsammlungen zu zeigen. Auch ein Dioritporphyrit, den Peneke bei Keutschach (südlich vom Wörthersee) gesammelt hat (Handstück und Schliff im Geologischen Institut Graz, Aqu. 1880, XX, 21 und 22) führt Granat. (Vgl. Heritsch F. Mitt. d. Naturw. Vereines f. Steiermark, Bd. 50, 1913, p. 62.)

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

makroskopisch aber wie die begleitenden Amphibolite aussehen — Millstätter Schlucht), dazu Marmor geringmächtig, meist in Linsen (also das Reziproke des Verhältnisses Marmor zu Amphibolit, wie wir es in der Millstädter Serie feststellten), sowie kohlenstoffführende Glimmerschiefer und Quarzite,[1] diese in einem Zug von Laufenberg bis Arriach zu verfolgen. Mächtigkeit der Glimmerschiefer schätzt Petraschek (Verh. 1927, p. 159) für das untere Gegendtal auf 600 *m*, in der Millstätter Alpe wird man damit noch nicht auskommen (Schätzung allerdings wegen tektonischer Komplikation unsicher).

Auf diesen Radentheiner Glimmerschiefern liegt von Klein Kirchheim bis zur Thorscharte regelmäßig der Priedröf-Gneis-Quarzit, Typus ein Schiefergneis bis (vorwiegend!) Quarzit, ebenflächiges mit spärlichem Muskovit überkleidet und mit kleinen vereinzelten Biotiten getupft. Diese junge Generation von Biotitporphyroblasten hatten wir, wenn auch nicht so auffällig und regelmäßig, auch in den Glimmerschiefern, ein Beleg für die Einheit der Radentheiner Serie. Dafür, daß dies auch ein ursprünglicher stratigraphischer Verband ist, spricht, daß den Glimmerschiefern nicht selten Quarzitlagen ganz von dem doch recht charakteristischen Priedröf-Typus eingeschaltet sind. Das Umgekehrte, Glimmerschiefer im Priedröfhorizont eingelagert, ist allerdings kaum zu beobachten. Letzterer ist in seinem oben bezeichneten Verbreitungsgebiet ein ungemein einförmiger Komplex. Vielleicht kämen vereinzelte Amphibolite darin vor — wenn es nicht im Kamm von der Stillecken nördlich tektonische Einschaltungen sind, wozu das Mitvorkommen von Glimmerschiefern Verdacht erweckt. Die Mächtigkeit übersteigt am Priedröf (einem Berg westlich von Klein Kirchheim) 1000 *m*.

Von dort gegen SO ändert sich aber die Fazies und Petraschek (l. c., p. 159 und Karte p. 154) hat darum einen Teil der streichenden Fortsetzung der Radentheiner Serie als »phyllitische Zweiglimmerschiefer, beziehungsweise -gneise« abgetrennt. Mit dieser Grenze quer zum Streichen kann ich mich nicht befreunden. Der Gesteinsunterschied müßte schon sehr groß sein, wenn eine solche Störung der Übersichtlichkeit im geologischen Bild gerechtfertigt sein sollte. Ich habe aber in den nicht ungünstigen Aufschlüssen des ganzen Arriacher Grabens kein Gestein getroffen, das nicht auch sonst in der Radentheiner Serie vorkäme. Besonders die Abgrenzung gegen die Glimmerschiefer scheint mir kaum möglich, zumal hier — genau in der streichenden Fortsetzung (Siehe p. 353). — die Gesellschaft des Brettsteinzuges Radenthein—Brennsee wieder

[1] Diese in der Radentheiner Serie weit verbreiteten — in Klammberg sogar auf Graphit abgebauten — kohlenstoffreichen Gesteine haben eine überraschende Ähnlichkeit mit den Kohlenstoffquarziten von Afers (Südtirol) — in der Literatur mehrfach erwähnt —, von denen ich Handstücke der Freundlichkeit des Herrn Dr. Kieslinger verdanke.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

auftaucht: Amphibolit, Marmor und der Kohlenstoffquarzit und -schiefer, alles nahe nebeneinander am unteren Ausgang der Arriachklamm. Die Serie im ganzen ist allerdings verändert, insbesondere die scharfe Zweiteilung ist nicht mehr zu erkennen. Es scheint eine Verschieferung des Priedröfhorizontes zu sein, ein bankweiser Ersatz von Gneisquarzit durch Glimmerschiefer, die dafür im allgemeinen etwas reicher an Quarz und Biotit und ärmer an Granat sein dürften als der Radentheiner Durchschnitt. Sowohl die Moränenbedeckung als eine quer streichende Störung (siehe p. 353) unterdrücken viele Übergangsglieder und lassen die Differenz gegen die Fazies des Gerlitzensockels viel zu groß und unvermittelt erscheinen. Wenn dort der »Grenzquarzit« auch in günstigen Fällen kaum 50 *m* erreicht (Felsecke ober Bodensdorf mit einem lichtgrauen dichten Quarzit, wie ich ihn ebenso am Tschirnock gefunden habe), so vertritt dieser allein keineswegs die 1000 *m* vom Priedröf, sondern es gehören noch die liegend Glimmerschiefer dazu, die »bankförmige Einlagerungen von feinschuppigen, biotitführenden Schiefergneis« führen, und zwar — wie ich mich ober Station Annenheim überzeugt habe — Einlagerungen genau vom Priedröftypus. Die angegebene Tendenz der Faziesveränderung scheint gegen O vorzuhalten; denn an der Inneren Wimitz, zwischen Weitensfeld und Schaumboden bei St. Veit, fand ich ober typischen Radentheiner Glimmerschiefern (auch mit Marmor, Amphibolit, Kohlenstoffquarzit) in allmählichem Übergang den Gurktaler Phyllit, aber hier ist auch noch der Grenzquarzit verschwunden, der am Nordufer des Ossiachersees, wenn auch gering mächtig, beides trennt.

Im Gegensatz zur Millstädter Serie ist die magmatische Beeinflussung der Radentheiner gering. Pegmatite fehlen, in den Glimmerschiefern habe ich — soweit ich sie begangen habe — nicht mehr als drei unbedeutende Vorkommen finden können, die man auf Aplit deuten kann. Häufiger sind als Lager oder Linsen Orthogneise ungefähr im Priedröfniveau eingeschaltet. So am Kolmnock (Petraschek) und Priedröf, insbesondere aber in Innerkrems, doch auch bei diesem Hauptvorkommen haben die Aufnahmen von Dr. Thurner eine beträchtliche Reduktion der bisher angenommenen Ausdehnung der »Bundschuhmasse« ergeben. Allen diesen »Bundschuhgneisen«[1] ist ein ziemlicher Gehalt an Mikroklin eigen — also Granitmagma; Abkömmlinge der Dioritreihe sind noch nicht festgestellt worden und man kann sagen, daß sie überhaupt keinen großen Anteil ausmachen können, jedenfalls eine viel geringere Rolle spielen als in der Gesteinsvergesellschaftung des Hochalmmassivs. Ebenso allgemein ist eine starke Kataklase, die übrigens auch sonst in der Radentheiner Serie gewöhnlich ist.

[1] Nach dem heute allgemeinen Gebrauch wird man unter dem Stichwort, welches das »Massiv« bezeichnet, nur den Orthogneis begreifen (Vgl. Petraschek u. a.). Früher hat man diesen Unterschied nicht gemacht und Geyer begreift daher unter »Bundschuhgneis« beides, Ortho- und Paragesteine.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Sieht man von der etwas stärkeren Beteiligung solcher Orthogneise ab, so ist die Gesteinsgesellschaft von Innerkrems die der Radentheiner Serie. (Damit sind auch die in Krems nicht seltenen gefeldspatenen Paragesteine — als Korrelat zu jenen Orthogneisen — aus dem Vergleich auszuschalten.) An Unterschieden könnte ich nach einem vorläufigen Überblick hervorheben, eine vielleicht noch intensivere Kataklase und ein Zurücktreten des Muskovits. Das trifft in erster Linie die Paragneisgesellschaft im ganzen genommen. Im einzelnen habe ich schon vom Priedröf und anderen Orten Schliffe, in denen Muskovit fast ganz fehlt und die mit ihren zerschlitzten Meroxenen und kleinen runden Granatkörnchen nach Mineralbestand und Gefüge ganz genau dem entsprechen, was Thurner in Innerkrems als meroxenführenden Paragneis bezeichnet hat. Auch finden sich dort neben den typischen Hellglimmerschiefern nicht selten auch dunklere biotitreichere Formen. Die Punktierung mit den kleinen Biotitporphyroblasten findet sich aber in Krems nicht so allgemein und nicht typisch, was ich mit einer stärkeren, länger dauernden oder wiederholten kataklastischen Durchbewegung in Verbindung bringen möchte. Auch der Riesenwuchs der Granaten usw. von Radentheim wird in Krems nicht erreicht, aber der ist auch in der Radentheiner Serie st. eine lokal recht beschränkte Ausnahme. Alles in allem glaube ich, daß diese Unterschiede stark überwogen werden von den offensichtlichen Ähnlichkeiten und nicht größer sind, als die Veränderung, die in einem und demselben Sediment sich mit zunehmender Horizontalentfernung der betrachteten Gesteine einzustellen pflegen, wobei ich hier den Ausdruck »Faziesveränderung« bereits für etwas übertrieben halten würde.

Bisher mußte man das Magnesitlager an der Nordostflanke der Millstädter Alpe für einen Bestandteil der Radentheiner Glimmerschieferserie ansehen trotz aller Bedenken über diese ganz einzigartige Ausnahme. Das Lager läuft nun gegen SO in einen schmalen Zug lichtgrauen, feinkörnigen Dolomit aus, der den Magnesitbegleitern von Kothalpe, Tragail usw. ganz ähnlich sieht und gefolgt wird von echten Phylliten, die zum Teil in Talk- (und? Rumpfit)schiefer umgewandelt sind.[1] Diese Gesteinsgesellschaft paßt in die gerade hier besonders grob krystalline Radentheiner Serie gar nicht hinein. Metasomatische Magnesitbildungen in einem benachbarten grobkörnigen Glimmermarmor zeigen, wie solche in der Glimmerschieferserie aussehen müßten ganz anders als jener feine Dolomit mit seinen (seltenen) Magnesitnestern! Da knapp neben diesen verschiedenen Magnesiten samt typischen Talkschiefern unveränderte Granatglimmerschiefer anstehen, so sind auch die Talkschiefer nicht durch Umwandlung von Glimmerschiefern entstanden.

[1] Petraschek (p. 157) erwähnt als Begleiter außer den Talkschiefern weiße, feinkrystalline, ja sogar fast dicht erscheinende, plattig brechende Kalklager. Solche kenne ich unteren Rand des Hauptlagers und ganz ähnlich von Tragail.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Im Hauptmagnesitlager zeigen talkige Schubflächen allgemeine postkrystalline Faltungen, auch die erwähnte Dolomitzunge und eine zunächst in der Fortsetzung gelegene Dolomitlinse sind heftig gefaltet, und in der weiteren streichenden Fortsetzung findet sich auf der anderen Seite des Gebirgskammes wieder eine kleine Dolomit-Magnesit-Linse. (Vgl. die tektonische Skizze auf p. 352.) Diese neuen Beobachtungen passen besser zu der Annahme, daß hier eine serienfremde Einfaltung vorliegt, ein Rest derselben Serie, die sonst auch die Magnesitlager führt.[1]

Ein Vergleich zwischen den beiden Serien kann jetzt, da von den nötigen Schliffen der kleinere Teil erst gemacht ist, nur provisorisch und mit starken Vorbehalten gewagt werden. Aber für den Feldgeologen sind die rein makroskopischen Unterscheidungen von großer Wichtigkeit, andrerseits scheint mir, als ob das Mikroskop hier eher Ähnlichkeiten als Unterschiede aufdecken würde. So fand sich der Granat, makroskopisch fast Leitmineral der Radentheiner Glimmerschiefer, mikroskopisch fast in jedem Schliff, und auch die typomorphen Staurolith und Disthen kommen, wenn auch nicht so allgemein, aber doch hüben und drüben vor. Beide Serien sind im Stoffbestand recht ähnlich und gehören beide zur Amphibolitfazies (II. Tiefenstufe), nur daß die Millstätter Serie die Eklogitfazies gerade noch tangiert (größere Tiefenlage oder Magmanähe?). Der Unterschied liegt hauptsächlich im Gefüge, und selbst da ist es manchmal schwieriger, ihn nach den mikroskopisch feststellbaren Einzelheiten zu definieren,[2] als die summierte Wirkung jener, den Gesamthabitus zu erkennen. Dieser — den wir oben im einzelnen beschrieben haben — wird bestimmt bei der Millstätter Serie durch pegmatitische Injektion und Krystalloblastese (zeitlich und ursächlich zusammenhängend) bei der Radentheiner Serie durch postkrystalline Durchbewegung (nur die kleinen Biotitporphyroblasten dürften jünger sein). Unerklärt ist das Krystalltreibhaus auf der Nordostseite der Millstädter Alpe. Von magmatischen Einflüssen keine Spur. Und Dynamometamorphose«? Bei diesem Krystallmaßstab ist mit freiem Auge die mit der Fältelung verbundene Kataklase zu erkennen und als allgemein verbreitet festzustellen. Diaphthorese ist unserem Grundgebirge ursprünglich fremd und auf die verhältnismäßig schmalen alpidischen Bewegungszonen beschränkt.

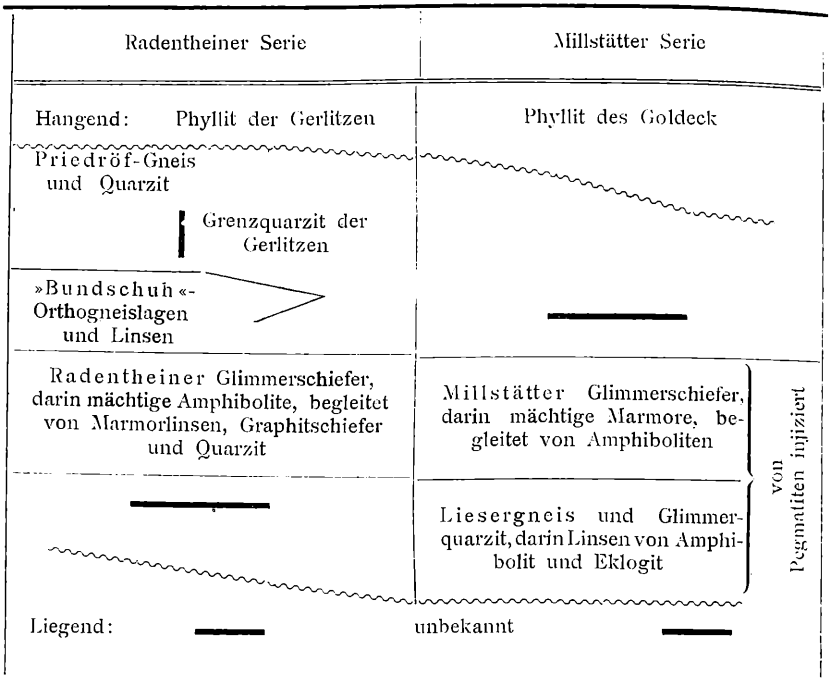
---

[1] Auf Rosza's Bemerkungen über Radenthein will ich hier nicht eingehen. So wie es hier nur möglich wäre — kurz und vom Standpunkt des Alpengeologen — wäre nur glatte Ablehnung das Ergebnis, was doch nicht allen Seiten seiner Gedankengänge gerecht werden dürfte.

[2] So zeigen manche Millstätter Gesteine im Schliff schon merkliche postkrystalline Kataklase — also das Hauptmerkmal der Radentheiner Serie —, während makroskopisch der »Millstätter Habitus« kaum noch gelitten hat. Starke jüngere Durchbewegung, welche den Unterschied natürlich ganz verwischen müßte, scheint, soviel ich gesehen habe, der Millstätter Serie selten und nur ganz lokal vorzukommen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Den stratigraphischen Vergleich zeigt die folgende Tabelle:



Bemerkungen zur Tabelle: Daß der Liesergneis ganz zu unterst liegt — primär —, hat die Analogie mit Sau- und Koralpe usw. für sich. Der Vergleich der Glimmerschiefer beiderseits liegt ebenfalls nahe, daß in den Brettsteinzügen das einemal die Marmore, das anderemal die Amphibolite die Vorhand haben, ist eine Faziesdifferenz, die bei so weit entfernt gewesenen Gebieten kaum verwundern kann. Denkbar wäre aber, daß ursprünglich Priedröf-Gn. = Lieser-Gn. gewesen wäre. Eine vom Anfang an stofflich etwas verschiedene Fazies und so ganz verschiedene Schicksale würden den heutigen Unterschied immerhin erklären können. Aber ich will inverse Lagerung auf so weiten Flächen vorläufig nicht annehmen, solange nicht Anhaltspunkte unmittelbar dafür vorliegen. Auf alle Fälle wäre diese Überfaltung des Priedröf-Gneis-Quarzits (an einen Fernschub darf man wegen der engen stratigraphischen Verknüpfung nicht denken) recht alt. Schon vor Auflagerung der Phyllite war die Übereinanderfolge der Schichten, wie in der Tabelle angegeben.

Die zeitliche Folge der Ereignisse kann man etwa in nebenstehender Tabelle zusammenstellen.

Zu bemerken ist nur, daß die zeitliche Stellung der »Bundschuh«-Granite noch ganz ungeklärt ist. Aber was auch sehr naheläge, sie mit dem Villacher Granit und seinen Pegmatiten gleichzustellen, ist mir nicht annehmbar. Wegen Verschiedenheit im

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Habitus: junger Granit; etwa wie Rieserferner — »alte Gneise« Becke's; in Wirkung auf das Umgestein: völlige Durchtränkung und Umwandlung — sozusagen keine; in der Stellung im Gebirgsbau: größtenteils in primärem Intrusionsverband — tektonisch gelöste und verfrachtete Linsen.

Millstätter Gebiet	Radentheiner Gebiet
Auflagerung des Phyllites	
Villacher Granit und seine Pegmatite, Injektion, Krystalloblastese	(Kl. Biotitporphyroblasten?)
Allgemeine Faltung (Einfaltung der Brettsteinsynklinalen), Durchbewegung, Schieferung	
———	»Bundschuh«-Granite
Sedimentation (wie oben)	

5. Das Gebirge ums Gurktal hat jene Gesteinsvergesellschaftung, wie sie aus der Grauwackenzone und äquivalentem bekannt ist: Phyllit, mit spärlichen Grünschiefern, Bänderkalk- und dolomit mit Siderit und Magnesit (auch Hg-Lager fehlt größeren Komplexen selten), Karbonkonglomerat und -pflanzenschiefer, Trias zentralalpiner Fazies. Die Überschiebung, welche diese Serie am Westrand ihrer Verbreitung von der Radentheiner Unterlage trennt, ist in der ersten Begeisterung überschätzt worden, sie zersplittert sich und verläuft gegen O. An der Gerlitzen — ich kann die Angaben Petraschek's nach meinen Beobachtungen uneingeschränkt bestätigen — folgt über dem Grenzquarzit, dem hangendsten Glied der Glimmerschieferserie ohne Diskordanz oder Überschiebung der Phyllit. Ähnlich an der Innern Wimitz und am Goldeck. Aus dem mittleren Gurktal kenne ich auch Tonschiefer von merklich weniger metamorphen, jüngeren Habitus. Diese mögen auch andernorts vorkommen und dürften wegen des etwas unsicheren Orthoceras von Feldkirchen (vgl. Petraschek p. 163) und gewissen Parallelen Silur sein. Die vollkrystallinen Phyllite sind dagegen beim Grundgebirge einzustellen. Die Bänderkalke gleichen dem karnischen Devon und sie liegen in dem anscheinend sehr wenig gestörten Profil vom Goldeck zum Hochstaff zu oberst. Wo sie unterm Phyllit liegen, sind sie eingefaltet, womit starke postkrystalline Durchbewegung Hand in Hand geht.[1] Diese Verfaltung ist variskische Tektonik,

[1] Unverfängliches Zeugnis bei Petraschek (p. 162): »südlich der Ossiacher Tauern, z. B. in der Gegend von Ragain nahe an der Basis die grauen, von Schieferbändern durchzogenen Bänderkalke in Gestalt von kleinen Lagern wieder zum Vorschein kommen, dort zeigen sich auch wieder Spuren stärkerer Kleinfaltung und Durchbewegung.«

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

das Karbon folgt ihr nicht und zeigt keine Durchbewegung: es transgredierte offenbar über einen fertig ausgearbeiteten variskischen Bau.[1]

Wenn die roten Konglomerate der Werchzirmalpe Perm oder Untertrias sind, so schließt die Serie der Sedimente, wenn auch nicht streng konkordant und lückenlos — was gar nicht in ihrer Natur liegt —, aber doch ohne weiteren Sprung ans Karbon an. Durch Fossilien ist nur ein schwarzer Mergelkalk als Rhät belegt, doch dürften auch die Dolomite und dolomitischen Kalke zur Trias gehören, ihre genauere Stellung oder gar eine geschlossene Schichtenfolge kann man aber nicht feststellen; es sind Schuppen von Dolomit, zwischen denen Gesteinsfetzen aus dem Liegend eingeschaltet sind. Phyllit und Kalkglimmerschiefer,[3] wie ich sie von Klein Kirchheim kenne, sind wohl der Schichtenfolge vom Wöllaner Nock zu vergleichen, dagegen hat Thurner in ähnlicher Position (Holdhaus' Raibler Schichten) einen Gneismylonit nachgewiesen, auch der Gneisdiaphthorit, den Petraschek (p. 161) am Wöllaner Ruck fand, ist wohl ähnlich gelagert. Jedenfalls sind das Gesteine, die nicht in einer Serie liegen können, welche das ganz und gar nicht metamorphe Rhät mit umfaßt.

Tektonik.

Den Kern des Gebirgsbaues in dem betrachteten Gebiet bildet das Millstätter Seengebirge. Im Bild der Gebirgsoberfläche erscheint es mit seinen großen Seenbecken und breiten Tälern, aber nur niedrigen Bergrücken als eine Ausfurchung, eine breite Depression inmitten des Berglandes. Tektonisch ist es aber im Gegenteil als eine Großantiklinale zu betrachten, in deren tiefeingeschnittenem Aufbruch die Millstätter Serie als tiefstes Gebirgsglied erscheint, die ja tatsächlich nach Nord- und Südflanke der Antiklinalzone und auch nach ihrer östlich streichenden Fortsetzung unter die umrahmenden tektonisch oder stratigraphisch höheren Gebirgsglieder untersinkt. (Über die Fortsetzung im Streichen nach W später.)

Der innere Bau dieses Antiklinalgebietes, vorläufig erst in groben Zügen bekannt und überhaupt schwer zu entziffern, folgt nur teilweise den großen Umrißformen. Allerdings an beiden Flügeln, längs Millstätter und Ossiacher See, folgt das Streichen

[1] Die Centralbl. f. Min. 1925, B, 241 ff. vom Steinacher Karbon gegebene Beschreibung stimmt auch für hier, Wort für Wort.

[2] Macht man diese an sich ganz plausible Annahme, so darf man den Quarzit vom Radstädter Typ, der oft im Liegenden der Trias gefunden wird (nicht überall, er fehlt von der Brunnachhöhe, nördlich von St. Oswald, südwärts gänzlich, vgl. auch Petraschek, p. 160), nicht gleichzeitig als Perm oder Untertrias deklarieren. Daß die Stellung der diversen »Quarzite« recht wenig geklärt ist, habe ich schon früher hervorgehoben (Geologische Rundschau, XIV., p. 46 und 50).

[3] Die von Dolomit durchsetzten Phyllite, die Holdhaus angibt (Mitt. d. Geolog. Gesellsch. in Wien, XIV., 1921, p. 89) dürften etwas anderes sein, vermutlich ein tektonisches Mischgestein. — In der Beurteilung der Profile vom Wöllaner Nock stimme ich in der Hauptsache Petraschek zu. Die dortigen Kalkphyllite kann man nicht mit Trias vergleichen, wohl aber mit Murauer Gesteinen. Dagegen wäre beim Kalk der Kaiserburg Verdacht auf Trias möglich.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der Schichten der Längserstreckung der Zone (WNW, beziehungsweise ONO) und zwischen ihnen deutet der große Marmorzug Weißenstein—Grastal eine Verbindung in einem gegen S konvexen Bogen an. Aber dieser Bogen zieht vom Außensaum an der Drau zum Innensaum am Ossiachersee. Man hat den Eindruck, daß die in großer Breite über Wöllanig—Kumitzberg SW—NO streichenden Gesteinszüge nicht von der oberen Drau herkämen, sondern von SW, etwa vom Gailtal her zuscharen würden. Im Innern des Bogens, von Radenthein bis unter Afritz folgen die Schichten nicht der Umrißlinie, sondern streichen spitz bis quer gegen dieselbe aus. Zudem ändert sich die stratigraphische Höhenlage. Die einförmigen Liesergneise scheinen gegen O tiefer zu sinken, es überwiegen Glimmerschiefer (besonders gegen den inneren Teil des Bogens) und große Marmorzüge setzen ein, etwa wie von oben tauchende Synklinalen. Weiter östlich verschwindet dann die ganze Serie unter dem Phyllit der mittelkärntnerischen Senke, unter welchem Phyllit am Ostrand der Senke dieselbe Serie mit der gleichen Reihenfolge ihrer Glieder wieder auftaucht. Dieses Verhältnis wird man im großen und ganzen als das normale zwischen diesen beiden Serien ansehen können, schon in Anbetracht der Gesteinsfazies. Es gilt auch für alle anderen Innen- und Randsenken der Ostalpen; wo Hochkrystallin über dem Phyllit der Senke liegt (Ötztaler über Landecker Phyllit), ist die tektonische Inversion offensichtlich. Im besonderen dürfte allerdings hier am Ossiacher Tauern die Auflagerung des Phyllites auf die Millstätter Serie nach den Beobachtungen, welche Petraschek (l. c. p. 162) beigebracht hat, durch Überfaltungen kompliziert sein, die wie die analogen am Westrand des Gurktaler Phyllitbeckens vermutlich variszisch sind. Da wir aber überhaupt nicht in diese Einzelheiten eingehen können, macht es wenig aus, ob die Lokaltektonik die Grenzlinie so oder so etwas verschoben hat.

Nach S taucht Krystallin der Millstätter Fazies (vgl. p. 337/338) in der Goldeckgruppe anscheinend normal unter eine »Grauwackenserie« (Phyllit mit Paläozoikum mäßig verfaltet) und diese wieder ebenso unter die Trias des Drauzuges. Der Goldecksockel schließt ohne weiteres an die Liesergneise an. Die marmorführende Zone in seinem Hangenden, die Hauptleitlinie im Goldecknordhang, die bis gegen Aifersdorf an die Drau herab verfolgt werden kann (Geyer, Verh. 1901, p. 115), zielt in ihrer Fortsetzung dorthin, wo am anderen Ufer der große Grastaler Marmorzug einsetzt. Was das Grundgebirge angeht, so kann das Goldeck als ein Stück des Millstätter Seengebirges angesehen werden, das bloß durch eine Erosionsrinne von der Hauptmasse abgetrennt worden wäre, für eine tiefgreifende größere Störung sind im Unterbau keine Anzeichen zu finden. Eher könnte der Anschein einer solchen dadurch erweckt werden, daß die »Grauwackenzone von Tragail« sich drauabwärts verschmälert, und daß schließlich die Drauzugtrias an die Drau, ja wie man von Gummern abwärts annehmen kann, unvermittelt an

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Millstätter Serie tritt. Nun, soweit es die roten Basisschichten (Grödener oder Werfener) sind, die vorgreifen, liegt kein Grund vor, darin etwas anderes zu sehen, als deren auch sonst an dieser Gebirgsfront beobachtete (Geyer, l. c. p. 117) stratigraphisch übergreifende Lagerung. Außerdem liegen in der Zone des Drautales sicher tektonische Störungen, aber ein Teil derselben ist nachweislich Fortsetzung von solchen, die im Triasgebiet rein lokal sind, Kleinformen an jenem germanotypen Faltungsgraben, als welcher nach den Profilen Geyer's sich der Bleiberger Erzberg darstellt.[1] Eine Deckengrenze erster Ordnung oder eine Wurzelzone ist mit diesem tektonischen Stil nicht vereinbar. Betreffs einer großen Blattverschiebnng, wie sie Koßmat[2] annehmen möchte, sind hier keine Anhaltspunkte gegeben, weder für noch gegen.

Eine solche ist aber mit den Verhältnissen an der unteren Möll, mit dem, was wir über die westliche Fortsetzung unserer Gebirgsglieder wissen, nicht vereinbar. An der Ecke bei Möllbrücken stehen (wie p. 338 schon erwähnt) die Liesergneise an, deren Fortsetzung also im Salzkofelstock zu suchen ist, wo auch die Pegmatite vorkommen,[3] die sonst im Kreuzeck selten sind.[4] Vermutlich gehören die Glimmerquarzite von Pusarnitz ebenfalls zu dieser Serie und die Marmore und Kalkschiefer aus diesem Ort wären dann als Äquivalent der Marmorzone von Schloß Sommeregg bei Trefling anzusehen. Bei Mühldorf und zwischen Mühldorf und Pusarnitz stehen diaphthoritisiert, aber noch unverkennbar Radentheiner Glimmerschiefer[5] an und Amphibolite. Die westliche Fortsetzung liegt in der Teichel, wo diese Serie wieder gut entwickelt ist,[6] gegen O ist viel verdeckt, doch dürfte ein Amphibolitvorkommen von St. Paul ($1^1/_2$ *km* westlich von Lieserhofen), die

---

[1] Vgl. Geyer G., Verh. 1901, p. 351 und 357.

Koßmat F., Geologie der zentralen Balkanhalbinsel (Berlin, Bornträger. 1924, p. 180). Die dort angegebene Schubweite von 15 *km* genügt nicht. Es sind rund 30 *km* vom Dobratsch bis zum Sinnacher Gupf, dem nächstfolgenden Vorkommen der sogenannten nordalpinen Fazies der Trias. Allerdings wäre erst nachzuweisen, daß man »nordalpine« und »südalpine« Fazies — deren regionaltektonische Bedeutung überhaupt wohl etwas überschätzt ist — durch eine solche Blattverschiebung im Bau der Karawanken reinlich sondern kann (man kann das auch in Zweifel ziehen; vgl. Heritsch F., Die österreichischen und deutschen Alpen, Handb. d. regionalen Geologie, II, 5, a, p. 126) und — last not least — daß eine solche gewaltige Dislokation dort auch nachweisbar ist.

[3] Nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Kollegen Prof. Angel.

[4] Berwerth F., Anzeiger d. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., 1895, p. 45 ff.

[5] Heritsch F Mitt. d. Naturwiss. Vereines f. Steiermark, Bd. 62, p. 46 (Handstück im Geolog. Institut Graz, Aqu. 1926, IIa, Nr. 12, 14). — Berwerth F., Anzeiger d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1895, p. 45 ff.

[6] Auch hier mit mächtigen Amphiboliten, begleitet von ziemlich wenig Marmor. Hervorzuheben ist, daß der Zusammenschub im Kreuzeck heftiger ist als weiter im O. Wenn dadurch die östlich der Lieser flach gespannte Geantiklinale der Millstätter Serie scharf hochgestaut worden ist, so ist das unter dem Gesichtspunkt bemerkenswert, daß tatsächlich das nächste Vorkommen dieser Serie (im Schober) sich von obenher, wie eine Deckscholle auf das basale Gebirge legt.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Brücke schlagen zwischen den vorerwähnten und jenem Amphibolitzug, der beim Bauern Kolmer, westlich von Trefling und knapp nördlich von demselben Ort aufgeschlossen ist. Es streichen also alle Gebirgsglieder, wenn auch vor dem südwärts vorstoßenden Tauernsporn etwas an Mächtigkeit reduziert und ein bißchen verbogen oder geknickt, aber noch in geschlossenem Zusammenhang von der Lieser in die Kreuzeckgruppe weiter. Eine Blattverschiebung von 30 *km*, welche Spittal über die heutige Lage von Ober-Vellach nach N bringen würde, ist nicht denkbar, aber auch eine Verschiebung von nur 15 *km* — wie sie Koßmat selbst angibt — würde schon die Gneise der Lieserschlucht vor den Ausgang der Teichel bringen; was auch keineswegs paßt. Überhaupt, im allgemeinen ist noch aufmerksam zu machen, daß das WNW-Streichen den alten Urgebirgsstrukturen hier eigentümlich ist, daß es die jungen Dislokationen sind, die es mit ihrem O—W-Streichen stören (vgl. Heritsch, l. c. p. 47). Auch gegen N sinkt die Millstätter Serie unter, aber nicht wie gegen O und S unter Phyllit, der von lokalen Bewegungen abgesehen im großen doch als ihr stratigraphisch normales Hangend angesehen werden kann, sondern unter die ihr sicher wenigstens zum Teil äquivalente Radentheiner Serie, an einer Schubfläche, die regionale Bedeutung beanspruchen kann. Über die Seenlinie Trefling—Matzelsdorf—Radenthein—Afritz (Gassen)—Winklern—Treffen (Niederdorf)—Ossiachersee nördlich (d. h. ins Hangende der Schubfläche) geht kein Pegmatit, obwohl gelegentlich bedeutende Massen davon (so in gutem Aufschluß zwischen Laufenberg-Dörfl und Radenthein-Werk) unmittelbar an die Grenze herantreten. Sie scheidet daher zwei Schichtengruppen, die geophysikalisch unter verschiedenen Bedingungen gestanden hatten und ursprünglich nicht unmittelbar benachbart gelegen haben können.

Diese Grenzlinie streicht wie die Schichten im allgemeinen gegen OSO, am Ostende des Millstättersees springt sie aber auffällig um 5 *km* gegen NO zurück. Das ist Ausdruck einer Aufwölbung im Substratum, die ja auf der andern Seite durch die Emporstauung der Liesergneise im Mirnock augenfällig wird. Das ist aber nicht alles; denn der Brettsteinzug (Amphibolite, Marmorlinsen, Graphitquarzit), welcher vom Brennsee her, in den Radentheiner Glimmerschiefern eingeschaltet, Tal und Deckengrenze begleitet hatte, zieht nicht, wie man in solchem Fall erwarten würde, einfach im Bogen etwa über Laufenberg—Matzelsdorfer Alm nach Obermillstatt. Die nebenstehende Skizze (Fig. 1) zeigt, was trotz der unglaublichen Schuttverbauung, welche die Täler ober Radenthein zwischen 1000 bis 1500 *m* erfüllt, und ohne spezielle Untersuchung des Magnesitbruches, die mir noch nicht möglich war, von diesen Komplikationen ermittelt werden konnte. Die Nordostflanke der Millstätter Alpe erscheint als komplizierte Synklinalregion, die mit ihrer spitzen Endigung allerdings nur bis an die Scharte gegen den Nörringgraben reicht; denn keiner ihrer Amphibolitzüge geht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

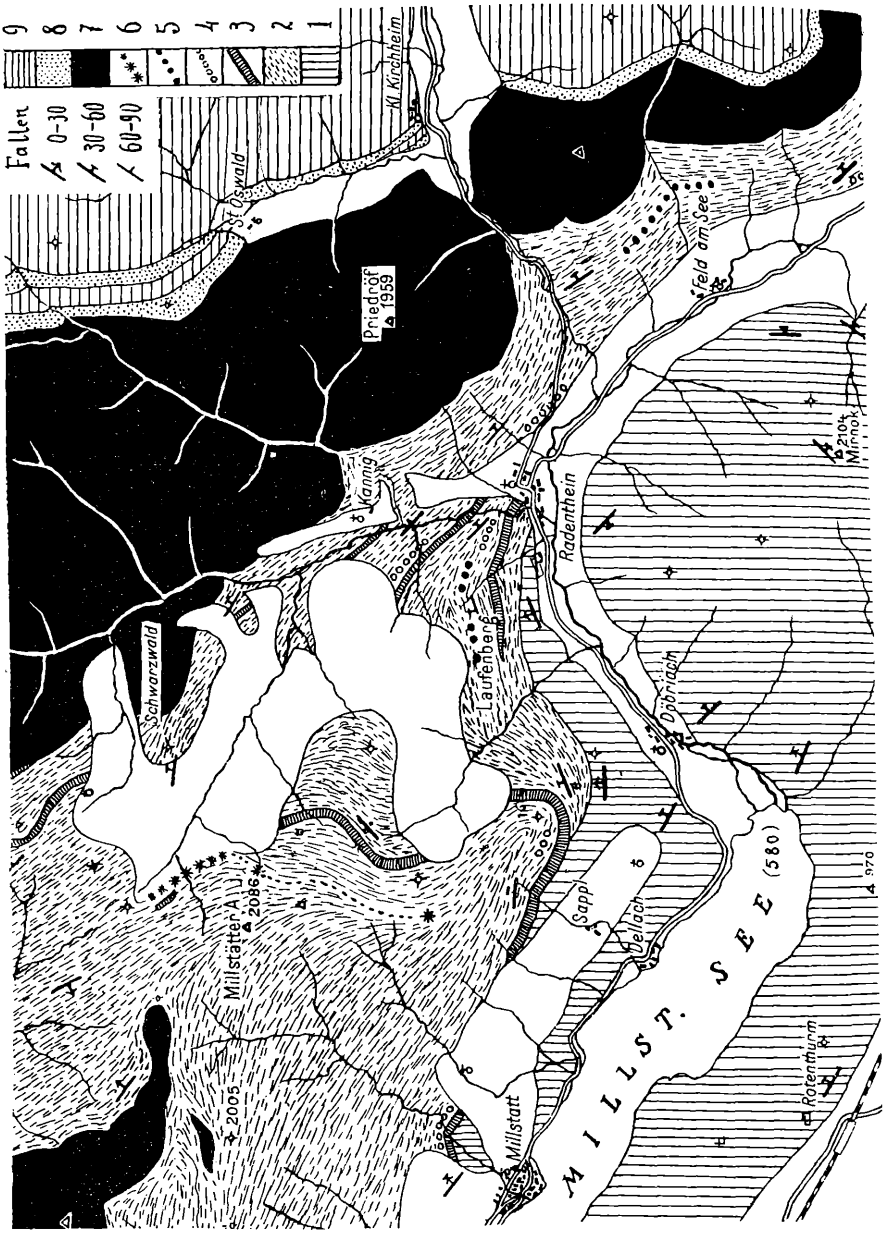


Fig. 1. Geologische Skizze der Umgebung von Radenthein (Maßstab zirka 1 120000).

Zeichen: 1. Millstätter Serie. 2. Radentheiner Glimmerschiefer, darin eingelagert: 3. Amphibolite, 4. Marmor, 5. Graphitschiefer und -quarzit. 6. Magnesitführende Serie. 7. Priedröfgneis und -quarzit. 8. Dolomit und dolomitische Kalke (vermutlich Trias). 9. Phyllit mit Bänderkalken, Grünschiefern und Magnesit (St. Oswald).

hier hinüber, erst die der nördlich anschließenden Falten ziehen bei der Stillecken über die Wasserscheide. Dagegen zeigt die Sigmoide vom Lammersdorfer Berg (woselbst deren Wendepunkt mit N 45° O|⊥) eine im SW anschließende Antiklinale. Die magnesitführende Serie folgt den Amphiboliten, scheint aber den Bogen, den jene gegen SO um den Matzelsdorfer Berg herum beschreiben, nicht mitzumachen. Die letzte Linse davon liegt in nicht ganz 1800 *m* westsüdwestlich vom Lammersdorfer Berg (das Vorkommen in zirka 1650 *m* südwestlich unter der Wetterkreuzhöhe ist Marmor der Glimmerschieferserie). Vermutlich ist sie erst bei einem zweiten orogenen Akt eingefaltet worden, der aber die Leitlinien der älteren Faltung, deren Synklinalen die Brettsteinzüge sind, ziemlich getreu gefolgt hat. Auch noch in allerjüngster Zeit sind jene alten Bewegungstendenzen posthum in gewissem Ausmaß wieder aufgelebt und deswegen folgt auch das Tal Döbriach—Radenthein—Feld den Leitlinien der alten Tektonik.

Die gerade Talstrecke entlang von Radenthein bis unter Afritz ist die Überschiebung unter den Talalluvionen verdeckt, ebenso meistens der sie nördlich begleitende Brettsteinzug, doch bezeugen zwei Marmorvorkommen (Steinbrüche) zwischen Scherzboden und Brennsee dessen Weiterstreichen.[1] Doch an der Mündung des Arriacherbaches wenden sich die Schichten mit schaufelförmiger Knickung in W-O bis ONO, immer mit nördlichem Einfallen. An diesem Querstreichen nimmt die ganze Radentheiner Serie teil, die Glimmerschiefer sowohl wie die hangenden Äquivalente des Priedröthorizontes,[2] ein Brettsteinzug[3] (genau mit der Gesteinsgesellschaft von Radenthein, vgl. p. 342) und es beherrscht die Aufschlüsse bis südlich von der Kirche Buchholz. Das Verhältnis dieser Dislokation zum Hangendphyllit ist unmittelbar kaum festzustellen. Ich würde vermuten, daß es sich um eine Transversalschuppung in der Radentheiner Decke handelt, über die der Phyllit (stratigraphisch oder tektonisch) sich flach darüberlegt. Jedenfalls ist auch das eine jener alten Dislokationen des Untergrundes, welche in jungen Bewegungen wieder aufgelebt sind; diese Schaufelfläche hat nicht nur die Richtung des Arriachtales bestimmt, ihre Fortsetzung kommt auch in der Gurktalstrecke unter Gnesau auffällig zum Ausdruck. Das tektonische Motiv der Arriacher Schaufelfläche wiederholt sich am Ossiachersee, nur daß die Bewegungsfläche, welche um die Ecke von Treffen—Niederdorf in ONO umbiegt, nicht eine lokale Knickung innerhalb der Decke ist, sondern die Hauptüberschiebung selbst, welche die gerade hier heftig vom Granit beeinflußte Millstätter

---

[1] Petraschek (l. c. p. 154) zeichnet etwa unter Scherzboden einen Amphibolit. Den habe wieder ich nicht gefunden, was bei den dortigen Verhältnissen wohl entschuldbar ist.

Beim Knier fand ich typischen Priedröfgneis. Petraschek (l. c. p. 162) gibt von dort den Mylonit eines »Bundschuhgneises« (mit ?), was nach sonstigen Erfahrungen sehr gut zum Priedröfhorizont passen würde.

[2] Vgl. die Karte von Petraschek.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Serie von der ganz granitfernen Radentheiner Serie (samt dem sie normal überlagernden Phyllit) trennt.

Wir erkennen hier einen wichtigen Zug der Großtektonik der Ostalpen. Vom Sonnblick bis unter Paternion herrscht im Grundgebirge durchschnittlich WNW-Streichen (genauer N 55—60° W), wie es auch in der geraden Talflucht Möll—Drau zum Ausdruck kommt. Vor Villach jedoch biegen die tektonischen Leitlinien gegen ONO bis NO um, etwa als ob sie gegen ein Hindernis gestoßen wären, so die Arriacher Schaufelfläche, der Grastaler Marmorzug, die Seenlinie usw. Gegen Feldkirchen ist allerdings dieser Bau ganz verdeckt, aber weiterhin, in der Innern Wimitz, genau in der streichenden Fortsetzung der Gerlitzenbasis taucht die Radentheiner Serie wieder auf, ebenfalls mit ONO-Streichen und vermulich auch gegen SO überfaltet oder überschoben. Diese Wimitzantiklinale trennt die Innensenke des Gurktales, welche schon mit der variskischen Orogenese dem Gebirge angegliedert worden ist, von dem großen mittelkärntnerischen Becken, das, sozusagen im Lee des Villacher Massivs liegend, von der Phyllitformation bis zum Diluvium sich als sedimentsammelnde Senke behauptet hat. Bis an den Nordrand des Gailtales ist diese Ablenkung in NO-Streichen zu merken, so in den Phylliten zwischen St. Stefan und Nötsch. Die paläozoischen Ketten weichen dem Villacher Massiv dagegen nach S aus (mittleres Streichen zwischen Feistritz und Arnoldstein N 70—80° W). Die Falten der Drauzugtrias streichen zwar geradewegs auf Villach zu, aber sie schwächen sich dabei zu einer germanotypen Bruchschollentektonik und enden an der Villacher Alpe mit einem gebrochenen, aber kaum gefalteten Plateau. Die Hypothese eines unter dem Villacher Diluvium und sonstigem Deckgebirge verborgenen Granitmassivs kann also auch im Tektonischen als Zusammenfassung von etlichen Gruppen beobachtbarer Tatsachen gelten.

Weiter im N ist das ältere Grundgebirge großenteils durch Deckgebirge maskiert und auch sonst wenig untersucht. Es läßt sich aber doch eine Großantiklinale Krems—Metnitz erkennen, außerdem wie Geantiklinalen oft verbunden mit granitischen Intrusionen.[1] Nördlich von dieser Aufwölbung flacht der Faltenwurf schnell ab, Radentheiner Glimmerschiefer und Priedröf(= Einach-) gneis bilden mit wechselndem, aber meist nicht allzu steilem Fallen das Gebirge um die Mur bis an den Fuß der Tauern. Weiter im O senkt sich dazwischen die Murauer Mulde ein, die zwischen Frauenalpe und Paal von der Geantiklinale im S her kräftig überfaltet wird. Nach S senkt sich das Grundgebirge der Krems—Metnitzantiklinale, zum Teil mit scharfer Flexur (Turrach) unter die Phyllitmulde des Gurktales. Dieser Phyllit dürfte zum großen Teil in kaum gestörter stratigraphischer Verbindung mit den liegenden

[1] Heritsch F., Gesteine aus dem oberen Murgebiet. Mitt. d. Naturw. Vereines f. Steiermark, Bd. 60, 1924 (Orthogesteine), p. 12 und 13 (Einachgneis), p. 16.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Radentheiner Glimmerschiefern sein (vgl. p. 347). Im W und SW ist jedoch diese Verbindung gelöst, Einengung des Muldenraumes hat das darin abgelagerte Deckgebirge in Überfaltungen und Überschiebungen über den Rand treten lassen — und das zweimal, in zwei zeitlich weit getrennten tektonischen Akten. Variskisch wurde der Gurktaler Phyllit samt dem auf ihm abgelagerten Altpaläozoikum in Deckfalten gelegt, die an den Resten der eingefalteten Bänderkalke vom Eisenhut über Inner-Krems—Wöllaner Nock zur Gerlitzen (und vielleicht zum Ossiacher Tauern) verfolgt werden können. Es läge nahe, mit diesen westlich und südlich zielenden Überfaltungen den Radentheiner Magnesit als Deckscholle in Verbindung zu bringen. Aber wegen des sehr merklichen Unterschiedes (z. B. im Eisengehalt) gegen St. Oswald und Kothalpe möchte ich ihn vorläufig doch lieber für die normale Sedimentdecke des westlichen (tieferen) Staffels der tektonischen Treppe halten. Ganz analog wäre dann Murau als der östliche, nächsthöhere Staffel anzusehen, nur daß hier der Zusammenhang näher und unmittelbarer ist. Der basale Kalk des Murauer Baues scheint normal Hangend des Gurktaler Phyllites zu sein; darauf deutet sein Vorgreifen nach S über Metnitz.[1]

Das Oberkarbon nimmt an diesem variskischen Bau nicht teil und auch nicht an der ihm entsprechenden Durchbewegungsmetamarphose in Phyllit und Bänderkalk; und die weitere Serie folgt, nicht ohne Lücken, aber ohne Faltungsdiskordanz. Erst die alpidische Ära ließ hier die Faltung wieder aufleben, ziemlich eng den variskischen Leitlinien folgend. Der Saum eingefalteter Triasschuppen ist im großen der Zone der paläozoischen Bänderkalksynklinalen parallel, aber er reicht im S nur bis zum Wöllaner Nock, bleibt also beträchtlich in der Längserstreckung zurück. Dagegen reicht er am Nordrand bis zur Fladnitz, und hier schließt wahrscheinlich die Kirbischüberschiebung an, so daß sich jenes Manko in der Länge wohl ausgleichen dürfte. Aber die Intensität der alpidischen Faltung war hier bedeutend geringer als die der variskischen. Während die Bänderkalke auch heute noch — trotz zweimaliger Gebirgserosion — einen ziemlich breiten Saum als Faltungszone markieren, zeigt die Trias nur stellenweise mehr als zwei Schuppen. Und die Durchbewegung erreicht nirgends jene Intensität, wie sie in Phyllit und Bänderkalk gewöhnlich ist. Wenn dergleichen überhaupt merklich ist, so handelt es sich um Kataklase, ohne Veränderung des Gesteinscharakters — wenigstens in den einigermaßen sicher datierten Schichten, wie Karbonkonglomerat und -schiefer, Triaskalk und -dolomit, Rhätmergel.

---

[1] Auf den gebräuchlichen Übersichtskarten, die vermutlich irgendwie alle auf die Aufnahme von Peters zurückgehen, endet das »Murauer Paläozoikum« knapp nördlich von der Stadt Metnitz, beziehungsweise von dem gleichnamigen Fluß. Es liegt aber auch südlich vom Metnitztal, im Gebiet des Vellachbaches eine Scholle derselben Schichtengruppe (besonders die typischen Kalke), die bis zur Wasserscheide des Ladinigriegels hinaufreicht.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

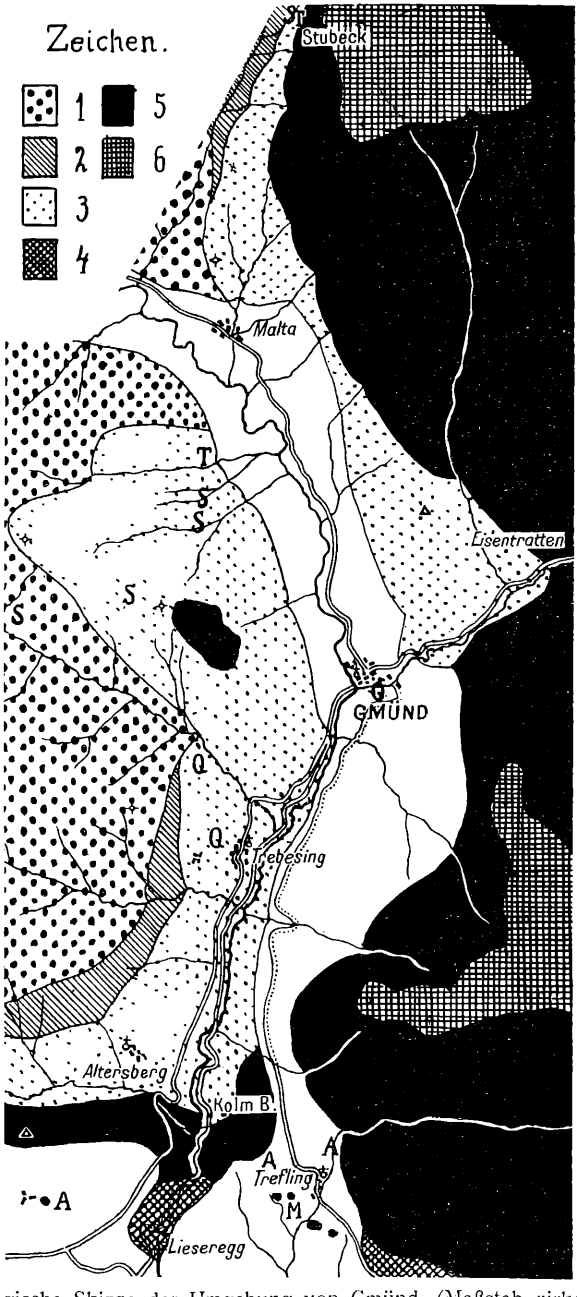


Fig. 2. Geologische Skizze der Umgebung von Gmünd. (Maßstab zirka 1 120000). Zeichen: 1. Tauerngneise (meist *B*-Gneise). 2. Kalkphyllitgruppe. 3. Gmünder Phyllit (= Katschbergschiefer). 4. Millstätter Glimmerschiefer und Liesergneis. 5. Radentheiner Glimmerschiefer. 6. Priedröf-Gneisquarzit (weiß), Alluvium und Diluvium. *A* = Amphibolit, *M* = Marmor, *Q* = Mineralquelle, *S* = Serpentin, *T* = Trias.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Tektonik des Westrandes unseres Gebietes wird von der Tauernkuppel bestimmt. Da hier die mittleren Glieder der sogenannten Schieferhülle fehlen, bei Gmünd sogar auch der Kalkphyllit, so scheidet sie sich leicht in einen inneren Kern, dessen Tektonik in der Hauptsache älter ist als eine gemeinsame Metamorphose. Für uns ist von der Tektonik des inneren Hochalmkernes nur von Interesse, daß er eine ungefähr allseits abfallende Aufwölbung bildet. Darüber liegen mit gewaltigem Hiatus, scheinbar konkordant, aber auch untereinander nicht gleichförmig verbreitet, die Glieder der oberen Schieferhülle. Hier im Liesergebiet ist es überall deren Hangendstes, der kalkfreie Gmünder Phyllit (= Katschbergschiefer Becke), der an den Überschiebungen der Katschbergzone mit den »alten Glimmerschiefern und Gneisen», d. i. mit der Radentheiner Serie in Berührung kommt. Gerade um Gmünd, wie zur Kompensation des Ausfalles der Kalkphyllite, schwellen diese Phyllite zu einer Aufbuckelung an, welche nordwärts bis Eisentratten zurückgreift und die Grenze nach O bis über die Lieser bringt. Sichtbare Überdeckungsbreite Eisentratten—Thorscharte 10 *km*. Auch südlich vom Maltatal, ober Hattenberg, fand ich noch eine Andeutung einer Deckscholle. Dafür, daß die Radentheiner Gesteine jemals viel höher auf die Hochalmkuppel hinaufgelangt hätten, gibt es keine Belege. Die Beobachtung, daß die Mylonitisierung derselben mit der sichtbaren Überdeckungsbreite einigermaßen proportional geht (vgl. p. 337), würde dagegen sprechen. Ebenso das Verhalten der mesozoischen Schuppen, die gelegentlich zwischen beide Serien eingeschaltet sind. Das südlichste Vorkommen solcher ist beim Reiter, westlich von Dornbach. Sie greifen sicher nicht tief unter die Decke hinein; denn sowohl bei Gmünd-Eisentratten als am Kolmberg bei Trefling (beides nicht zu schlecht aufgeschlossen) findet man davon keine Spur mehr. Ihr Vorkommen gleicht mehr einem nur randlich überfalteten Saum als einer selbständigen, durchlaufenden Decke.

Um Gmünd fallen die Phyllite meist ziemlich flach und oft ostwärts. Die Straße lieserabwärts entwickelt sich steile Stellung, entschiedenes Südfallen, saigere Stellung und dann Nordfallen. Dann folgt bei einem Felsentor (zirka Straßenkilometer 7) bereits kenntlicher Granatglimmerschiefer mit einzelnen quarzitischen Lagen vom Priedröftypus. Diese Überkippung der Grenzfläche zwischen Phyllit und Radentheiner Serie scheint hier nicht weit anzuhalten: denn die Grenze tritt an den Talhängen oben etwas gegen N zurück, und sowohl beim Bauer Kolmer (westlich von Trefling) als an der Steinbrücke unter Altersberg beobachtet man im Glimmerschiefer (steiles) Südfallen. Die Radentheiner Serie ist hier stark reduziert; denn schon gegen Lieserhofen erscheinen an der neuen Straße Gneise, die ich — vorbehaltlich der mikroskopischen Nachprüfung — schon zur Millstätter Serie rechnen möchte. Das nächste westlich folgende Profil zeigt am Kummetknopf Amphibolite der unteren Schieferhülle, auf welche sich mit südlichem mittelsteilem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fallen unmittelbar die Kalkphyllite legen (wodurch eine Profilinie zustande kommt, die das Volk scharf beobachtend mit einem Pferdekummet verglichen hat). Weiter abwärts versteilt sich aber das Fallen und in den Phylliten, die ober der Wallfahrtskirche St. Maria in Hohenburg das Gehänge bilden, erkennt man deutlich eine etwas gegen S überkippte Flexur. Hier ist die Schieferhülle über den Rahmen heraus überfaltet, ein Verhältnis, das bis Ober-Vellach anhält.[1] Beides, die Überschiebung der Glimmerschiefer auf den Phyllit von Gmünd und die Überkippung der Phyllite auf die Glimmerschiefer und -quarzite von Mühldorf und Pusarnitz, sind junge Dislokationen mit der ganz gleichen Diaphthorese begleitet. Genaueres über Zusammenhang und zeitliches Verhältnis war nicht zu ermitteln, dazu sind die Aufschlüsse an der entscheidenden Stelle, am Kolmberg, zu schlecht.

Damit sind die großen Züge der Tektonik umrissen, und sie haben sich wirklich als klar und einfach erwiesen. Aber wie überall sind sie von kleinen Unregelmäßigkeiten begleitet. Nur daß selten die Aufschlüsse gut genug sind, um tektonische Einzelheiten aufklären zu können.[2] Davon später einmal. Auch der in der Literatur mehrfach erwähnte »Radlbruch« gehört in diese Größenordnung. Vielleicht hat er Beziehungen zu einem der Säuerlinge, eine gemeinsame Quellspalte für alle ist er nicht; denn die drei: Zlating (Trebesing), Radlbad und ein wenig bekannter Säuerling ganz bei Gmünd können nie auf eine Gerade gebracht werden.

Die Oberflächengestaltung unseres Gebietes ist, wie gelegentlich im einzelnen nachgewiesen werden kann,[3] in hohem Grade durch junge Bewegungen bestimmt. Wenn sie nun so verblüffende Abhängigkeit von den Leitlinien des Grundgebirges zeigt, so beweist das einen weitgehenden Parallelismus zwischen junger und alter Tektonik.[4]

---

[1] Stark M., Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 121, 1912, p. 211; vgl. auch Heritsch F., Mitt. d. Naturwiss. Vereines f. Steiermark, Bd. 62, p. 45 ff.

[2] Vgl. dazu die Kluftmessungen von Stiny J. (Jahrb. 1925, p. 111—115).

[3] J. Stiny (»Die Eiszeit«), III/1 1926.

[4] Vgl. R. Schwinner, Geologische Rundschau, Bd. XIV, p. 156 und anderwärts.

Anhang

Über die Schichtenfolge im Krystallin der Ostalpen im allgemeinen

Des Krystallin der Ostalpen besteht zur größeren Hälfte aus Gesteinen, bei denen die Herkunft aus Sedimenten ungemein wahrscheinlich ist, und auch von den Gesteinen vermutlich magmatischer Abkunft sind viele (die Amphibolite z. B.) fast ebenso niveaubeständig wie echte Sedimente. Endziel der Forschung ist daher, aufzuklären, wie jene Gesteine nacheinander — konkordant oder diskordant — abgesetzt oder sonst gebildet worden sind, bevor sie bei den folgenden Gebirgsbewegungen disloziert und umgewandelt und so in heutigen Zustand und Lage versetzt wurden. Auch wer viel von den Ostalpen kennt, wird bei solcher Zusammenfassung viel der Arbeit anderer verdanken.[1] Im einzelnen kann dies hier nicht auseinandergesetzt werden. Es kann nicht Aufgabe dieser kurzen Mitteilung sein, die Entwicklung der Gedankengänge und Wandlung der Anschauungen darzustellen, eine Aufgabe, für deren Lösung auf unserem Gebiet noch die wesentlichste Voraussetzung, ein einigermaßen gesicherter Standpunkt über den wechselnden Meinungen, fehlt. Hier kann es sich vorläufig nur um Versuche handeln, an denen das subjektive Moment nicht nur zulässig, sondern das wichtigste ist. Diese schwierigen Probleme können nur dadurch vorwärtsgebracht werden, wenn sie von verschiedenen Standpunkten und unter allen möglichen Gesichtswinkeln angesehen werden.

Der erste Schritt zur Lösung unserer Aufgabe ist, eine bestimmte Schicht im Gebirgsbau immer wieder zu erkennen. Die einfache, naive Gesteinsvergleichung genügt nicht; die Metamorphose vermag ursprünglich verschieden gewesene Gesteine ähnlich bis gleich und gleich gewesene unähnlich zu machen; dadurch können Grenzen zwischen verschiedenen Gesteinskomplexen verwischt werden, aber auch umgekehrt — besonders bei Aufschlußmängeln — Grenzen quer durch ursprünglich einheitlich zusammenhängende Gesteinskomplexe vorgetäuscht werden, so daß selbst der Anschein unmittelbaren Zusammenhanges oder Überganges mit großer Vorsicht

[1] Im besonderen nenne ich die Herren: Angel, Becke, Clar, Geyer, Grubenmann, Hammer, Heritsch, Hezner, Kieslinger, Kölbl, Mohr, Niggli, Petraschek, Salomon, Sander, W. Schmidt, Stiny, Thurner, Trauth, Weinschenk, Winkler. In der Hauptsache sind diese Zeilen eine Fortsetzung der von Hammer und Heritsch in Geologischer Rundschau XVI gegebenen Übersichtsdarstellungen sowie meiner Tauernarbeit in Geologischer Rundschau XIV, 1923.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zu verwerten ist. Nötig sind Merkmale, welche nicht so leicht verwischt werden können, und von diesen ist der Stoffbestand des Gesteines das vorzüglichste. Stoffwanderungen im festen Zustand können hier ganz außer Beachtung bleiben. Was magmatische Einflüsse betrifft, so ist festzustellen, daß eine wirkliche »Anatexis« im Gebiet der Ostalpen nicht vorgekommen ist, daß trotz Kontaktwirkung, Durchgasung und Injektion hier immer noch mit ziemlicher Sicherheit die groben stofflichen Unterschiede der Gesteine erkannt werden können, etwa was ursprünglich Ton oder Quarzsand oder Kalk gewesen usw., daß aber bei den allermeisten Gesteinen der Stoffbestand seit ihrer Bildung sich nicht merkbar geändert hat.

Allerdings, stellt man die Klassifikation nur auf die allergröbsten stofflichen Unterschiede, was vielleicht noch mehr wegen der starken Schwankungen in der Zusammensetzung der Sedimente, als wegen der ausnahmsweisen Beteiligung magmatischer Zufuhr nötig ist, so wird man nicht viel Gesteinsarten unterscheiden können. Aber es ist für unsere Aufgabe auch gar nicht nötig, jedes einzelne Gestein identifizieren zu können, wichtig ist nur die Gesteinsserie, die regelmäßige Vergesellschaftung mehrerer Typen, in gewissen Mächtigkeiten — auch diese wieder nur im gröbsten geschätzt; z. B. bezeichne ich als Brettsteinserie Kalk und Amphibolit,[1] vergesellschaftet in Lagern von wenigen bis zu hundert Meter, meist auch vergesellschaftet mit C-reichen Schiefern, als Band eingeschaltet in einer Glimmerschieferserie von etlichen Tausenden von Metern. Das gibt denn doch eine größere Summe von Unterscheidungsmerkmalen und die Gesteinskomplexe, bei denen alle wieder anzutreffen sind, können mit großer Wahrscheinlichkeit gleich gesetzt werden. Gegen diese Argumentation sind zwei Einwände möglich. Erstens: daß jene Unterscheidungsmerkmale nicht unabhängig voneinander — im Sinne der Wahrscheinlichkeitsberechnung — wären, sondern der ganze Komplex oder doch ein großer Teil davon wäre Kennzeichen einer geologischen Situation, welche sich öfters wiederholt haben kann.[2] Andrerseits kennen wir primäre Fazieswechsel in gleichzustellenden Gesteinskomplexen (z. B. Kalk—Mergel—Ton), welche auch in unseren groben Unterscheidungen ins Gewicht fallen müßten. Das ist

---

[1] Mit »Amphibolit« soll hier — und analog im folgenden — nur ein bestimmter Stoffbestand des Gesteins bezeichnet werden, weil man doch nicht immer eine Bauschanalyse oder sonst eine umständliche Ziffernkombination anführen kann, und weil der betreffende Komplex meistens in Amphibolitfazies vorkommt; damit soll nicht ausgeschlossen werden, daß er gelegentlich z. B. auch in Grünschieferfazies vorkommen könnte. Aber solche Abweichungen von der Standardfazies und die Umstände der Metamorphose überhaupt sollen immer ausdrücklich und besonders hervorgehoben werden. Denn es ist wohl nicht zu fürchten, daß obige abgekürzte Bezeichnungsweise mißverstanden wird.

[2] Ein Beispiel wäre die von Steinmann vermutete gesetzmäßige Verknüpfung von Tiefseeabsätzen und Ophiolithen.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

richtig, dann kommt es eben auf die Kennzeichen zweiter Ordnung an, von denen wir gleich sprechen werden. Versagen auch die, dann ist nichts zu machen. Solche vereinzelte verzweifelte Fälle gibt es bei jeder Methode.

Was unmittelbar aus den Beobachtungen mit großer Sicherheit abgeleitet werden kann, ist also, daß die Gesteine *a, b, c* regelmäßig miteinander vorkommen, daß an diesen Gesteinskomplex I sich regelmäßig Serie II anschließt usw. Über Art und Entstehung des Verbandes in der Serie und die Beziehungen der Serien untereinander ist damit noch nichts ausgesagt. Hier müssen Detailbeobachtungen weiter helfen, die allerdings große Vorsicht fordern. Lehrt doch beispielsweise die Erfahrung — im Feld und in der Literatur! —, daß es im Grundgebirge keineswegs so leicht und sicher zu entscheiden ist, ob ein Massengestein mit einem benachbarten Sediment in Intrusions- oder in Transgressionsverband steht, oder überhaupt nur tektonisch zum Kontakt gebracht worden ist. Darum dürfen diese Daten stets nur als solche zweiter Ordnung angesehen werden, als eine Ergänzung und Ausgestaltung der durch die Seriengliederung gewonnenen großen Umrisse. Ein weiterer Schritt ist der Vergleich mit Grundgebirgsserien benachbarter Gebiete, die bereits besser studiert sind. So wird für das europäische Grundgebirge Fennoskandia das Paradigma liefern, etwa wie Schwaben für den Jura. Damit werden aber wieder einige neue Unbekannte in die Rechnung eingeführt. Man darf sich nicht darüber täuschen, alles, was unser Bild ausgestaltet und lebendiger macht, verringert die Sicherheit.

Entsprechend den entwickelten Grundsätzen unterscheiden wir im Grundgebirge der Ostalpen wesentlich nach dem Stoffbestand drei verschiedene Serien. Zwecks kürzerer und übersichtlicherer Darstellung werden wir an die Aufzählung derselben eine Übersicht über Fazies der Metamorphose, tektonische Beziehungen usw. gleich anschließen.

Als tiefstes, ältestes, Serie I, erscheint eine sehr mächtige und sehr einförmige Folge von Schiefergneisen, verbunden mit Amphiboliten von oft recht beträchtlicher Mächtigkeit, aber nicht mit Marmor, der Lage entsprechend reicher als die anderen Serien an Intrusionen von Tiefengesteinen, sauren (granitischen) und (seltener) auch basischen (Peridotiten und Gabbros); dementsprechend auch mit Spuren magmatischer Zufuhr, als aufblätternde Injektion (Koralmtyp) oder Feldspatbildung (Ötztaler Typ). Die Amphibolite sind meistens aplitisch-pegmatitisch gebändert oder durchadert. Es ist naheliegend, daß, wenn überhaupt eine Serie, diese tiefste da und dort in Eklogitfazies (3. Tiefenstufe, Grubenmann) vorliegt. Die betreffenden Vorkommnisse bilden, für sich isoliert, in einer ziemlich lockeren Kette einen merkwürdigen Bogen: Ötztaler Gneise; Südrand des Venediger Stockes (nach Weinschenk's Beschreibungen); Schobergruppe, Gebirge südlich vom Millstädtersee,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Sau- und Koralpe (inklusive der südlichen Seetaler Alpen), Bacher, vermutlich in dem gegen NO abzweigenden Gebirgsast, der Ostteil des Wechsel (Eklogit von Schäffern), der im übrigen wohl der 2. Tiefenstufe zuzurechnen ist.

Eine große Anzahl von Vorkommen in Amphibolitfazies (2. Tiefenstufe) vervollständigt das Bild. Es gehören hieher Gleinalm (untere kalkarme Serie, Angel) mit ihrer Fortsetzung nach O über die Mur ins Rennfeld; in der Stubalm (Heritsch) Amering (Ortho)gneis + Grössing (Schiefer)gneis + Speikserie (Amphibolite); vermutlich ein Teil der an die oststeirischen Grobgneise angeschlossenen Paragesteine (Kulm, Purkert), eine Serie, die allerdings noch nicht zureichend bekannt ist. Hieher gehören die Para- und Orthogneise des Seckauer Massivs samt dem großen Amphibolitzug am Südwestrand,[1] und die analogen Serien der Schladminger Tauern, ferner mindestens der Südteil der Ferwallgruppe mit den an der Zeinisjochüberkippung mächtig gehäuften Amphiboliten; und (der Literatur nach) vermutlich auch der Hauptteil der eigentlichen Silvrettagruppe. Und — last not least — in den Hohen Tauern jene Schichten, die man verschiedentlich, bald zur tiefsten Schieferhülle, bald zum Zentralkern gerechnet hat, Sander's Lagen- oder B-Gneise, eine Folge von Para- und Orthogneisen (nicht selten Augengneisen) und Amphiboliten. Ein genetischer Zusammenhang mit dem Zentralgranit wäre bei einigen Gesteinslagen vielleicht diskutierbar, in ihrer Gesamtheit hat diese Serie aber mit dem »Zentralgneis« keine anderen Beziehungen als die Paragneise der Schladminger und Seckauer mit den Kernen, welche sie umhüllen. Auch ist der Stoffbestand bei der Schieferhüllenserie der gleiche und die Gesteine sind, wenn man Gebiete gleicher Metamorphose vergleicht, die ja nicht fehlen, entschieden sehr ähnlich. Auch wenn man zugibt, daß diese Typen, der gemeine Schiefergneis und der gemeine Amphibolit, nicht sehr charakteristisch sind, so ist die Ähnlichkeit doch groß genug, um bei der großen räumlichen Nähe und der ganz analogen geologischen Position eine Parallelisierung beider Serien zu begründen.

Schließlich ist noch die Bemerkung anzufügen, daß in der normalen Schichtfolge die Amphibolite ziemlich hoch liegen

---

[1] Ursprünglich habe ich diesen Amphibolitzug mit den Brettsteinmarmoren in Verbindung gebracht (in Heritsch, Geologie von Steiermark, Mitt. d. Naturwiss. Vereines f. Steiermark, 57 *B*, 1921, p. 138, 140), habe aber ebendort die Beobachtungen festgelegt, nach denen »mindestens zwei große Bewegungsflächen zwischen diesen drei Schuppen zu vermuten« wären [Brettsteinmarmor—Amphibolitzug—Seckauer Gneis]. Neben dem Parallelgehen auf der Strecke Möderbruck—Pöls kommt wohl in Betracht, daß die Marmorserie von dort nach Judenburg zieht, die Amphibolitserie aber gegen O abschwenkt. Die neue Abgrenzung der Serien ist hier die beste Lösung aller Bedenken. (Insbesondere entfällt die Hilfshypothese von einem Fazieswechsel in der Brettsteinserie, die ich früher zuhilfe nehmen mußte, l. p. 139. Geologische Rundschau, XIV, p. 46.)

dürften. (Gemeint ist die geschlossene Masse derselben, einzelne Schweifchen Amphibolit oder ähnliches trifft man fast in jeder Schiefermasse verstreut, ohne merkliche stratigraphische Bedeutung.) So sind in der Schobergruppe (Priakt) und im Kaunergrat (nach Hammer's Karte) die Amphibolite am Grat mächtig und spitzen gegen das Tal zu aus — wie von oben her eingefaltete Synklinalen —, sie liegen in den Tauernkuppeln meist oben, und den Südwestrand der Seckauer hat man auch sonst guten Grund für überkippt zu halten (kann also sehr gut ursprünglich hangend gewesen sein).

Zur Serie II fassen wir zwei Gesteinsgruppen zusammen; in der einen herrschen die Glimmerschiefer (*a*), in der andern Quarzite — Gneisquarzite — bis zu plattigen Paragneisen (*b*).[1] In die Glimmerschiefer schaltet sich, eng gebündelt, die bunte »Brettsteinserie« ein: Marmor (meist Kalk, als Ausnahme auch Dolomit), Amphibolit, kohlereiche Schiefer (bei Afritz wirkliche Graphitlager).[2] Ob Teile dieser Serie auch in Eklogitfazies vorkommen, ist bisher kein Anhaltspunkt gefunden worden, über die Teile, welche in Fazies der ersten Tiefenstufe vorliegen, soll im Zusammenhang des nächsten Absatzes gesprochen werden. Die normale Fazies der Metamorphose ist für diese Serie die der zweiten Tiefenstufe. Daher das typische Gestein der granatführende Glimmerschiefer, hell, das ist nur Muskovit, oder mit beiden Glimmern, oft auch staurolith- und disthenführend, der in unserer Zentralzone sicherlich die größte Fläche unter allen Gesteinen einnimmt. Besonders sollen nur hervorgehoben werden in der Gleinalpe die obere kalkreiche Serie, in der Stubalpe die Almhausserie einschließlich Rappoltglimmerschiefern, Hellglimmerschiefern, Glimmerquarziten und mancherlei sonstigen Tonschieferabkömmlingen; ganz typisch ist das Vorkommen in den Wölzer Tauern und von da nach S und W bis zur Drau hinab; ferner Schneeberger Zug, Laaser Schichten und Tonaleschiefer (samt Pejoquarzit), überhaupt die Zwischenräume zwischen den isolierten Aufbrüchen der Serie I ausfüllend. Von der Tauernschieferhülle sind hieher die mittleren Glieder zu rechnen: die lichten granatführenden Glimmerschiefer, der Angertal-

---

[1] Variation im Feldspatgehalt, die von der hergebrachten Nomenklatur so stark hervorgehoben wird, scheint im Sinne der an die Spitze gestellten Ausführungen kein verläßlich primäres Unterscheidungsmerkmal zu sein. Die Einheit unserer Gneisquarzitgruppe ist durch die stets vorhandene Quarzvormacht bedingt, der gegenüber die sonstigen stofflichen Schwankungen geringere Bedeutung haben, auch im allgemeinen Gesteinshabitus: es sind stets dieselben festen, plattigen Gesteine mit geringem Glimmergehalt, hauptsächlich als Beleg auf den ebenen Schichtenflächen, ob sie nun nach der geltenden Übung Quarzit, Gneisquarzit oder quarzreicher Schiefergneis zu nennen wären. (Für den Zusammenhang der Gneis- und Glimmerquarzite mit Schiefergneisen vgl. auch Angel, Gesteine der Steiermark. Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark, Bd. LX, 1924, p. 241.)

[2] Kohlenstoff ist also ebensowenig ein Leitfossil für Carbon wie Marmor für Trias, was man bei Beurteilung gewisser westalpiner Konstruktionen sich vor Augen zu halten hat.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

marmor, die kohligen Riffelschiefer und die Quarzitgruppe Stark's, die dem Stoffbestand nach genau der obigen Serie II entsprechen und in vielen Fällen auch dem Gesteinshabitus nach. Speziell für die Gneisquarzitserie ist hervorzuheben ihr Vorkommen in Oberkärnten und an der oberen Mur, wo die verhältnismäßig einfache Tektonik ihre Abgrenzung ermöglicht hat.[1]

Der ursprüngliche Verband der beiden Serien I und II ist wegen der Faltungen, die sie gemeinsam mitgemacht haben, schwer zu bestimmen. Ruhige, flache Überlagerung von I durch II zeigen die Hohen Tauern und die Südabdachung der Koralm,[2] während die Auflagerung von I auf II im Teigitschgebiet auch sonst offenkundig tektonischen Charakter trägt und daher als invers angesehen werden kann. Vermutlich ist diese Auflagerung nicht ganz gleichförmig und konkordant gewesen, doch ist eine Diskordanz zwischen I und II heute schwer nachzuweisen. In Serie II liegen die Glimmerschiefer unten und in diesen wieder die Brettsteinserie stratigraphisch recht tief, die Schiefergneise und Quarzite oben.[3]

Beide Serien, I und II, sind miteinander noch in archäischer Zeit gefaltet worden (algomanische Orogenese), die in den Faltenwurzeln tief eingeklemmten Synklinalen der Brettsteinserie sind vielfach der Abtragung entgangen und lassen den Bauplan jenes Gebirges noch erkennen. Es war ein Anhängsel der Böhmischen Masse, von welcher ein Gebirgsast vom Böhmerwald her (NW—SO), ein zweiter aus Mähren (N—S) in unser Alpengebiet hereinstreicht, dort ebenso wie bei uns durch Marmor-Amphibolit-Graphitzüge heute noch kenntlich. Mit jener Orogenese waren vermutlich Intrusionen granitischer Gesteine verbunden; von diesen blieb die Mehrzahl in Serie I, in Stockwerk II stiegen nur mehr einige auf; dagegen ist hier das sauere Ganggefolge (Aplite und besonders Pegmatite) strichweise sehr häufig (basisches Ganggefolge ist mit geringen Ausnahmen nicht gefunden worden). Im Anschlusse erfuhr der ganze Komplex I + II eine völlige Umkrystallisation, von welcher jene Einheitlichkeit des ganzen Komplexes stammt, auf Grund welcher W. Schmidt den Begriff der »Muralpengesteine« aufgestellt hat. Mit Einheitlichkeit soll nicht gemeint sein, daß diese Metamorphose überall ganz gleich gewirkt hätte. Allein es zeigen einerseits fast alle Eklogitvorkommen ein gewisses Rückschreiten und eine Annäherung an Amphibolitfazies,

---

[1] Inwieweit diese Quarzite und Schiefergneise sonst am Gebirgsbau teilhaben, ist noch offene Frage, aus der Literatur könnte man noch manches anführen. Daß unter den sicher zu Serie I gehörigen Schiefergneisen ganz ähnliche Typen wie die von II*b* vorkommen, trägt ganz ebenso wie der Umstand, daß Amphibolite sowohl in I als in II*a* vorkommen, in die Entzifferung einigermaßen verwickelter Tektonik eine gewisse Unsicherheit, es eröffnet dafür aber, wie mir scheint, andernorts Aussicht auf Lösungen, die befriedigender als die bisherigen sind.

[2] Kieslinger's »Diaphthoritzone« ist Serie II.

[3] Vgl. hiezu Geolog. Rundschau, XIV, p. 45ff. Siehe auch oben p. 341.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

was man mit gewisser Wahrscheinlichkeit jener orogenetischen Phase zuordnen kann. Andrerseits, wenn auch gewisse Teile der Serie II von Anfang an dem Krystallisationsbereich der zweiten Tiefenstufe ferngeblieben sind, so sind doch in diesen Übergangsgebieten Anzeichen, daß spätere Diaphthoresen längs tektonischen Zonen den Abfall verschärft haben, wie ja überhaupt der Hiatus zwischen erster und zweiter Tiefenstufe in den Ostalpen meist auf die jüngere Tektonik zurückgeht. Wir müssen uns vorstellen, daß jene Metamorphose ungefähr das ganze algomanisch gefaltete Gebiet erfaßt hat; wir kennen Stellen, an denen ihre Wirkung vielleicht stärker war, und solche, an denen sie abklingt; aber es ist doch der größte Teil des Grundgebirges der Ostalpen, der damals einheitlich im Mineralbestand der zweiten Tiefenstufe regeneriert worden ist. Und die Übergänge zu den Gebieten abweichender Metamorphosefazies waren damals sehr allmählich. Krystalline Abbildung eines Gebirges bedeutet großtektonisch noch mehr als im Kleingefüge eine Milderung, Verschleifung und Verwischung der mechanisch scharf und hart herausgearbeiteten Formen.

Was Angel und Heritsch in der Weststeiermark als Gleinalmkrystallisation bezeichnet haben, deckt sich vollkommen mit dem oben beschriebenen Vorgang. Aber weil mit jenem Begriff auch eine bestimmte Mineralfazies (zweite Tiefenstufe) verbunden ist, können wir ihn nicht allgemein anwenden, wenn wir sämtliche gleichzeitige Umwandlungen bezeichnen wollen, außer der Normalfazies jene, die etwas höher (trotz des gelegentlichen Rückschreitens in der Metamorphose in den Eklogitgebieten), und jene, die außerhalb oder doch nur am Rand des Krystallisationshofes der zweiten Tiefenstufe vor sich gingen. Für diesen rein zeitlichen, stratigraphischen Begriff soll die Bezeichnung postalgomanische Krystallisation verwendet werden, und wo es sich um Mineralfazies handelt, dazu die Eskola'schen Kennworte oder Tiefenstufe. Die Unsicherheit der vorweggenommenen stratigraphischen Datierung scheint mir weniger bedenklich, als die Unzukömmlichkeiten, die eine Verallgemeinerung von Lokalbezeichnungen mit sich bringen könnte. Wollte man z. B. sagen »Tauernkrystallisation im Ameringkern«, so müßte man allemal einen Kommentar nachschicken. Die Krystallisation der Hohen Tauern selbst dürfte in der Hauptphase auch postalgomanisch erfolgt sein, aber am Rand des eigentlichen Krystallisationshofes; denn im N und O bedeutet sie ein Rückschreiten, besonders deutlich im Zentralgranit und am äußern Massivrand,[1] gegen S kommt man aber allmählich in die typische Mineralfazies der zweiten Tiefenstufe (Sander).

---

[1] Zufolge L. Kölbl, Sitzungsber. d. Akad. Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 1924, Bd. 133, p. 315ff., und A. v. Winkler, Jb. 1926, p. 316ff. ist hiermit die ältere Orogenese: allgemeine Durchbewegung und nachfolgend ebenfalls allgemeine Umkrystallisation gemeint. Die zweite tektonische Phase: Durchbewegung nur längs abgrenzbarer Bewegungsbahnen und geringe Umminералisation, setze ich in die variskische Ära (wegen Beteiligung der oberen Schieferhülle) und

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

marmor, die kohligen Riffelschiefer und die Quarzitgruppe Stark's, die dem Stoffbestand nach genau der obigen Serie II entsprechen und in vielen Fällen auch dem Gesteinshabitus nach. Speziell für die Gneisquarzitserie ist hervorzuheben ihr Vorkommen in Oberkärnten und an der oberen Mur, wo die verhältnismäßig einfache Tektonik ihre Abgrenzung ermöglicht hat.[1]

Der ursprüngliche Verband der beiden Serien I und II ist wegen der Faltungen, die sie gemeinsam mitgemacht haben, schwer zu bestimmen. Ruhige, flache Überlagerung von I durch II zeigen die Hohen Tauern und die Südabdachung der Koralm,[2] während die Auflagerung von I auf II im Teigitschgebiet auch sonst offenkundig tektonischen Charakter trägt und daher als invers angesehen werden kann. Vermutlich ist diese Auflagerung nicht ganz gleichförmig und konkordant gewesen, doch ist eine Diskordanz zwischen I und II heute schwer nachzuweisen. In Serie II liegen die Glimmerschiefer unten und in diesen wieder die Brettsteinserie stratigraphisch recht tief, die Schiefergneise und Quarzite oben.[3]

Beide Serien, I und II, sind miteinander noch in archäischer Zeit gefaltet worden (algomanische Orogenese), die in den Faltenwurzeln tief eingeklemmten Synklinalen der Brettsteinserie sind vielfach der Abtragung entgangen und lassen den Bauplan jenes Gebirges noch erkennen. Es war ein Anhängsel der Böhmischen Masse, von welcher ein Gebirgsast vom Böhmerwald her (NW—SO), ein zweiter aus Mähren (N—S) in unser Alpengebiet hereinstreicht, dort ebenso wie bei uns durch Marmor-Amphibolit-Graphitzüge heute noch kenntlich. Mit jener Orogenese waren vermutlich Intrusionen granitischer Gesteine verbunden; von diesen blieb die Mehrzahl in Serie I, in Stockwerk II stiegen nur mehr einige auf; dagegen ist hier das sauere Ganggefolge (Aplite und besonders Pegmatite) strichweise sehr häufig (basisches Ganggefolge ist mit geringen Ausnahmen nicht gefunden worden). Im Anschlusse erfuhr der ganze Komplex I + II eine völlige Umkrystallisation, von welcher jene Einheitlichkeit des ganzen Komplexes stammt, auf Grund welcher W. Schmidt den Begriff der »Muralpengesteine« aufgestellt hat. Mit Einheitlichkeit soll nicht gemeint sein, daß diese Metamorphose überall ganz gleich gewirkt hätte. Allein es zeigen einerseits fast alle Eklogitvorkommen ein gewisses Rückschreiten und eine Annäherung an Amphibolitfazies,

---

[1] Inwieweit diese Quarzite und Schiefergneise sonst am Gebirgsbau teilhaben, ist noch offene Frage, aus der Literatur könnte man noch manches anführen. Daß unter den sicher zu Serie I gehörigen Schiefergneisen ganz ähnliche Typen wie die von II*b* vorkommen, trägt ganz ebenso wie der Umstand, daß Amphibolite sowohl in I als in II*a* vorkommen, in die Entzifferung einigermaßen verwickelter Tektonik eine gewisse Unsicherheit, es eröffnet dafür aber, wie mir scheint, andernorts Aussicht auf Lösungen, die befriedigender als die bisherigen sind.

[2] Kieslinger's »Diaphthoritzone« ist Serie II.

[3] Vgl. hiezu Geolog. Rundschau, XIV, p. 45ff. Siehe auch oben p. 341.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

was man mit gewisser Wahrscheinlichkeit jener orogenetischen Phase zuordnen kann. Andrerseits, wenn auch gewisse Teile der Serie II von Anfang an dem Krystallisationsbereich der zweiten Tiefenstufe ferngeblieben sind, so sind doch in diesen Übergangsgebieten Anzeichen, daß spätere Diaphthoresen längs tektonischen Zonen den Abfall verschärft haben, wie ja überhaupt der Hiatus zwischen erster und zweiter Tiefenstufe in den Ostalpen meist auf die jüngere Tektonik zurückgeht. Wir müssen uns vorstellen, daß jene Metamorphose ungefähr das ganze algomanisch gefaltete Gebiet erfaßt hat; wir kennen Stellen, an denen ihre Wirkung vielleicht stärker war, und solche, an denen sie abklingt; aber es ist doch der größte Teil des Grundgebirges der Ostalpen, der damals einheitlich im Mineralbestand der zweiten Tiefenstufe regeneriert worden ist. Und die Übergänge zu den Gebieten abweichender Metamorphosefazies waren damals sehr allmählich. Krystalline Abbildung eines Gebirges bedeutet großtektonisch noch mehr als im Kleingefüge eine Milderung, Verschleifung und Verwischung der mechanisch scharf und hart herausgearbeiteten Formen.

Was Angel und Heritsch in der Weststeiermark als Gleinalmkrystallisation bezeichnet haben, deckt sich vollkommen mit dem oben beschriebenen Vorgang. Aber weil mit jenem Begriff auch eine bestimmte Mineralfazies (zweite Tiefenstufe) verbunden ist, können wir ihn nicht allgemein anwenden, wenn wir sämtliche gleichzeitige Umwandlungen bezeichnen wollen, außer der Normalfazies jene, die etwas höher (trotz des gelegentlichen Rückschreitens in der Metamorphose in den Eklogitgebieten), und jene, die außerhalb oder doch nur am Rand des Krystallisationshofes der zweiten Tiefenstufe vor sich gingen. Für diesen rein zeitlichen, stratigraphischen Begriff soll die Bezeichnung postalgomanische Krystallisation verwendet werden, und wo es sich um Mineralfazies handelt, dazu die Eskola'schen Kennworte oder Tiefenstufe. Die Unsicherheit der vorweggenommenen stratigraphischen Datierung scheint mir weniger bedenklich, als die Unzukömmlichkeiten, die eine Verallgemeinerung von Lokalbezeichnungen mit sich bringen könnte. Wollte man z. B. sagen »Tauernkrystallisation im Ameringkern«, so müßte man allemal einen Kommentar nachschicken. Die Krystallisation der Hohen Tauern selbst dürfte in der Hauptphase auch postalgomanisch erfolgt sein, aber am Rand des eigentlichen Krystallisationshofes; denn im N und O bedeutet sie ein Rückschreiten, besonders deutlich im Zentralgranit und am äußern Massivrand,[1] gegen S kommt man aber allmählich in die typische Mineralfazies der zweiten Tiefenstufe (Sander).

---

[1] Zufolge L. Kölbl, Sitzungsber. d. Akad. Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 1924, Bd. 133, p. 315ff., und A. v. Winkler, Jb. 1926, p. 316ff. ist hiermit die ältere Orogenese: allgemeine Durchbewegung und nachfolgend ebenfalls allgemeine Umkrystallisation gemeint. Die zweite tektonische Phase: Durchbewegung nur längs abgrenzbarer Bewegungsbahnen und geringe Ummineralisation, setze ich in die variskische Ära (wegen Beteiligung der oberen Schieferhülle) und

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Serie III besteht wieder zum größeren Teil aus Tonschieferabkömmlingen, zur kleineren Hälfte aus basischem Material. Was die kleineren, aber auffälligeren Einlagerungen betrifft, so ist zuerst die Frage offen, ob Serie III Marmor wirklich vom Ursprung an enthielt, oder anders gesagt, ob man die Phyllitpartien, die Marmor enthalten, nicht als tektonisch eingemischt ansehen muß. Für die zweite Annahme spricht, daß die großen einheitlichen Phyllitgebiete so ziemlich frei von Marmor sind: Pustertal und südosttirolisches Hochland, Gailtal, Gurktal und Unterkärntner Senken (»Gailtaler Schiefer« der alten Autoren zum Teil), Radstatt und oberste Schieferhülle (wovon später) und die mächtigen einförmigen Phyllitstriche der Grauwackenzone. Dann müssen wir die abweichenden Gebiete aus Serie III ausscheiden. Nun bei Innsbruck sind der Phyllitzone auch sonst Gesteinstypen beigemengt, die der normalen Phyllitserie, d. h. allen anderen Bezirken fremd sind, z. B. die Schwazer Gneise; und wenn wir längs der Südseite des Groß-Sölker Marmorzuges — also sicher im Streichen — vom Phyllit bis zum Hellglimmerschiefer kommen, so spricht für die Annahme, das Ganze als Auffaltung von Serie II anzusehen, der Umstand, daß hier auch sonst nachweislich eine habituelle Hebungszone vorliegt, die geologisch mehrfach in Aktion getreten ist, und daß sich die Faziesgrenze rückschreitend bewegt hat: Der Übergang (westlich von Klein-Sölk) ist gekennzeichnet durch Diaphthorese (zum Beispiel verrottete Granaten), nicht durch neu aufsprossenden Mineralbestand der zweiten Stufe. Es ist daher keine ad hoc gemachte Annahme, sondern jedesmal in besonderen Beobachtungen begründet, wenn wir diese Gesteinsstriche als Äquivalente der Serie II ansehen,[1] die entweder algomanisch nicht höher meta-

für die alpidische Ära bleiben Verwerfungen, Kluft- und Erzgangsysteme, von denen auch mindestens zwei verschiedenalterige Systeme existieren. (Vgl. dazu unten p. 378.)

[1] Somit ist für die eigentlichen »Ennstaler Phyllite« diese in Geol. Rdsch., XIV, p. 42, ausgesprochene Parallele aufrecht zu halten. Eine gewisse Einschränkung ist aber betreffs der dort ausgesprochenen Parallelisierung der Radstädter Serizitschiefer »mit den Schiefern über der Brettsteinserie« (ibid. p. 49) zu machen. Die angegebene Folge ist Beobachtung und bleibt, aber heute würde ich sie zu Serie III rechnen und da müßten sie nicht nur vom Schladminger Massiv durch eine Transgression (ibid.) getrennt sein, sondern auch von den phyllitischen Gesteinen um den Gumpeneck-Marmorzug, was nicht leicht zu verifizieren sein wird, weil hier die gemeinsamen Tektonitfazies in ziemlich gleichem Material vom ursprünglichen Verhältnis wenig mehr durchscheinen läßt. Und eben deswegen ist nicht leicht zu sagen, mit welchen Schiefern die Ausläufer des Schladminger Massiv am Roßfeld in Kontakt kommen (ibid. p. 38, 49). Neuerliche Nachprüfung bedürfen auch jene Fälle, in denen Marmor mit der transgredierenden klastischen Serie Verbindung zu sein scheint, wie ich (ibid. p. 46) vom Schladminger Kaibling gegeben, und wie Böcher aus dem Hochreichartgebiet mitteilt (Mitt. Naturf. Ge. f. Steiermark, Bd. LXIII). Auch da handelt es sich um ein Vorkommen, das im Streichen nicht anhält (Hammer, Jb. 1924, hat im Liesingtaler Phyllit sonst keinen Marmor gefunden) und in tektonisch heftig durchbewegtem Strich liegt. Das mag e rechtfertigen, wenn ich diese kleinen Ausnahmen vorläufig als nicht wesentlich beiseite stelle zu späterer Nachprüfung. (Nach dem Ansehen möchte ich in den Hand-

morphosiert oder bei irgendeiner späteren Umwälzung diaphthoritisiert worden sind. Dagegen sind klastische Bildungen für Serie III bezeichnend, besonders die grobklastischen. Solche sind in fast geschlossener Reihe bekannt geworden längs des Nordrandes unserer aus Serie II und I gebildeten Zentralmassive: Silbersberggrauwacke bei Gloggnitz, konglomeratische Quarzite im Mürztaler Grobgneisgebiet (Heritsch), ein Serizit-Quarzkonglomerat vom Nordrand des Troiseckzuges gegen Veitsch, das Rannachkonglomerat im Liesing-Paltental, die groben Konglomerate, die in der Radstädter Serizitschiefer- und Quarzitserie weit verbreitet sind, und vermutlich wohl auch die Tuxer Grauwacken. Sie kommen aber auch anderorts vor, so im Gailtal gerade ober Mauthen, an der Grenze zwischen der typischen Serie II des Lessachtales und dem Phyllit des untern Gailtales[1], und sie werden wohl noch viel öfter festgestellt werden, wenn man einmal mehr darauf achten wird.[2] Bemerkenswert, daß bei diesen eozoischen Konglomeraten die dichte Packung unserer rezenten Schotter, aber auch mancher älterer Konglomerate und Nagelfluhen nicht vorzukommen scheint. Es sind in der vorerwähnten Reihe, aber nach der Literatur auch anderswo (z. B. Sachsen, Böhmen, Finnland) einzelne Gerölle isoliert in einer feinen Grundmasse schwimmend, von denen eines das andere nur selten berührt. Das Problem der »Eindrücke« hätte bei diesen Bildungen nie aufgeworfen werden können. Neben diesen groben gibt es auch feinklastische Bildungen: Grauwacken und Quarzite. Da drängt sich natürlich die Frage auf, ob diese Grauwacken-Quarzitserie stratigraphisch gleichgestellt werden könnte mit jener Schiefergneisquarzitserie, welche wir als den hangenden Teil von Serie II angegeben haben. Dagegen spricht, daß jene Quarzite gerade in den übersichtlichsten Profilen (Oberkärnten) mit den Glimmerschiefern untrennbar verbunden sind durch Wechsellagerung und gleiche Metamorphose. Dagegen haben fast alle Beobachter den Eindruck gehabt, daß die »Quarzphyllitgruppe« diskordant auf dem älteren Grundgebirge liege (wobei offenbleiben mag, ob das ursprünglich oder tektonisch ist) und wenn irgendwo ein Hiatus in der Metamorphose merkbar ist, so liegt er hier. Hält man dazu, daß die Menge von klastischem Material (und zwar durch Verwitterung ausgelesener Quarz!) eine tiefgreifende und langdauernde Erosion

stücken vom Reichart trotz der starken mechanischen Umformung am ehesten doch primär Klastisches, Kalke mit Quarzgeröllen, vermuten, wie solche auch aus andern Grundgebirgsgebieten [südliche Koralpe, Waldviertel] beschrieben worden sind.)

[1] Wo sie schon Geyer bekannt waren.

Ein Beispiel dafür sind die Radstädter Tauern, wo ich sie für recht weit verbreitet halte, nachdem ich sie bei meinen paar Orientierungstouren an etlichen Stellen gefunden habe, während sie in der Literatur fast gar nicht erwähnt werden. Und doch sollten sie gerade hier mehr beachtet werden; denn sie bieten die einzige Möglichkeit, jene wüsten Schiefermassen zu gliedern. »Der Nachweis des Deckenbaues« ist ja wohl sehr wichtig, aber er sollte eine Verfeinerung der Beobachtungen nicht hindern.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bezeugt, so wird man doch als wahrscheinlichste Annahme bezeichnen müssen, daß Serie III über die algomanisch gefalteten, zusammen metamorphosierten und schließlich abgetragenen Serien I und II transgredierte. Ob sie je eine geschlossene Decke bildete, ist nicht zu entscheiden. Daß sie heute auf Gebiete beschränkt ist, die als habituelle Senkungsgebiete ausgezeichnet sind (wenigstens im Verhältnis zur Umgebung, wie es in der Sedimentation zum Ausdruck kommt), bedeutet wenig; denn sie kann anderswo kaum vorkommen. Die habituellen Hebungsgebiete bringen tiefere Stockwerke des tektonischen Baues und die Tiefenfazies der Metamorphose zur Oberfläche. Jüngeres kann im Hebungsgebiet nur als tiefeingefaltete Synklinale erhalten bleiben und überliefert werden. Dafür war aber für die Serie, die unmittelbar nach der algomanischen Faltung transgredierte, kein Anlaß. Als die nächste (die variskische) Orogenese eintrat, war aber Phyllit + Paläozoikum bereits ein eigenes Faltenstockwerk. Wenn nun überhaupt schon die großen Faltenstockwerke sich wenig miteinander vermischen, so liegt für jene Kombination ihrer mechanischen Eigenschaften wegen es nahe, daß sie bei der Faltung glatt vom tieferen Grundgebirge abgeschert worden ist. Weil uns von Serie III hauptsächlich die Füllung der Rand- und Innensenken überliefert ist, so ist nach Obigem selbstverständlich, daß die Tracht normalmäßig die der ersten Tiefenstufe ist: »Quarzphyllit« und Grünschiefer, letztere allerdings vielfach gekennzeichnet durch Chlorit + Hornblende (Prasinitfazies = tiefere erste Stufe).

Jene Senken haben sich nun weiter vorzugsweise zu Geosynklinalen entwickelt oder eigentlich, wir kennen eben den Untergrund nur von solchen Senken, welche sich als echte Geosynklinalen entwickelt haben, d. h. nach manchem Hin und Her in einem späteren orogenetischen Zyklus aufgefaltet worden sind. Demgemäß liegt uns Serie III meistens in Tektonitfazies vor und ebenso jene Teile der Serie II, die mit III gehen und die wir oben schon besprochen haben. Diese mögen von Anfang an nur den Charakter der ersten Tiefenstufe gehabt haben (d. h. von der postalgomanischen Umwandlung nur schwach betroffen worden sein) oder ihn durch rückschreitende Metamorphose erworben haben, ihre heutige Tracht ist wesentlich durch jüngere Orogenesen bestimmt, durch postkrystalline Durchbewegung. Wie wir eben ausgeführt haben, deckt sich die Zone dieser Umwandlung erfahrungsgemäß mit der ursprünglichen Verteilung verschiedener Fazies, d. h. Faltenzone mit Geosynklinale, aber doch nur in den gröbsten Zügen. Die tektonischen Zonen müssen einheitlicher und geradliniger sein, als die im jahrmillionenlangen Wechselspiel von Epirogenese und Sedimentation entstandenen Becken-, Trog-, Kanalformen und besonders ihre Grenzen sind viel schärfer. Und darum schneiden diese jung umgeprägten Gesteinsstriche gewöhnlich mit scharfem Hiatus ab an den Arealen, welche die altertümliche Tracht der postalgomanischen Krystallisation bewahrt haben.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Im Gegensatz zu den beiden älteren Gesteinsgruppen scheint Serie III nur in der einen Fazies der ersten Tiefenstufe vorzukommen. Granite sind in diesen Horizont nicht mehr emporgestiegen, außer in dem auch später noch endogen stark beeinflußten südosttirolischen Hochland (Brixen—Klausen, C. d'Asta samt Anhang), selbst das Vorkommen der granitnäheren Gänge (Aplit-Pegmatit) ist höchst zweifelhaft: hält man sich nämlich an unsere Annahme, daß die marmorführenden Striche Serie II in Fazies der ersten Tiefenstunde sind, so fallen jene Vorkommnisse weg (im W von KleinSölk, zwischen Radegund und Semriach), die man dafür anführen könnte, was immerhin des Bemerkens wert ist. Dagegen ist das Gesteinsgefüge mechanisch oft weitgehend umgeformt, und zwar erfolgte die Durchbewegung fast ausschließlich postkrystallin.[1] Dieses für Serie III recht bezeichnende Merkmal ist zwar sekundär, nachträglich erworben, kann aber doch in gewissem Sinne als genetisch wichtig bezeichnet werden wegen des (oben p. 368 erwähnten) mit dem Schlagwort »Geosynklinale« gekennzeichneten geophysikalischen Zusammenhanges zwischen Absatzraum und Orogenese. Und es bezeugt, daß die betreffenden Gesteinsgruppen seit jener letzten Durchbewegung[2] nicht mehr unter Bedingungen gekommen ist, welche eine merkliche Neukrystallisation ermöglicht hätten.

Serie IV, das Altpaläozoikum, erscheint bereits als normales, fossilführendes Sediment und ist in den beiden Geosynklinalen, welche die Zentralzone der Ostalpen im N und S begleiteten, übereinstimmend marin, in guter Gliederung und großer Mächtigkeit entwickelt. Über Kambrium und unterstes Silur wissen wir nichts, wahrscheinlich fehlen diese Stufen.[3] Die fossilführende Serie beginnt im Caradoc mit Quarzit- und unreinen Tonschiefern, hat dann das Silur durch noch überwiegend Tonschiefer, Kieselschiefer und schwarze Lydite, aber auch Kalke, wenn schon die eigentliche Kalkentwicklung erst mit Devon einsetzt.[4] Im ganzen wird in der karnischen Hauptkette der Schiefer 200 bis 300 *m* haben gegen mindestens 600 bis 800 *m* Kalk. Den Einfluß der Geantiklinalen läßt ein Vergleich mit Graz und Brünn erkennen: eine gewisse

---

Sander (Jahrb. 1914. p. 631) hat im Quarzphyllit des Vicartales bei Innsbruck (der Name steht nicht in der Spezialkarte, es dürfte der Mühlbach« hinterm Patscherkofl sein) Abbildungskrystallisation beobachtet. Da diese Gegend nach dem oben (p. 366) Gesagten auf Einschaltungen aus Serie II verdächtig ist, können wir daraus augenblicklich noch keine Schlüsse ziehen. es wäre aber von Interesse, dies weiter zu untersuchen und auch in andern Phyllitgebieten nach Parallelen zu forschen.

Gehört bei den meisten Gebieten zur variskischen Gebirgsbildungsära.

Man könnte das Kambrium in unserer Serie III suchen. Es scheint mir aber, daß vieles gegen diese Annahme und wenig dafür spricht, was an passender Stelle ausgeführt werden soll. In den hier erörterten Beziehungen würde das kaum viel ändern.

[4] Laven und Tuffe sind hie und da anzutreffen, aber stets im Gegensatz zu andern Regionen — an Mächtigkeit nur ein kleiner Teil der Serie.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mächtigkeit der Basalbildungen (Konglomerat, Sandstein, lagunärer Dolomit) ist unerläßlich, Devon ist, wo möglich, Kalk, also fallen der Reduktion zuerst die Tonschiefer des bathyalen Silur zum Opfer; die Kalkvormacht bleibt.

Mit diesem Stoffbestand des Altpaläozoikums kann keine der besprochenen metamorphen Serien verglichen werden. Gegenüber den ungeheuren einförmigen Gneis- oder Schieferfolgen ist auch der schieferreiche Teil, das Silur, stets bunter, unruhiger, abwechslungsreicher, und es enthält Gesteinstypen, die bei mäßiger Metamorphose kenntlich bleiben müßten, die schwarzen Lydite, die Eisenkalke, die bunten Knollenkalke usf. Ein Übergang der normalen paläozoischen Serie ins Metamorphikum ist nirgends beobachtet. Die Umformung in den variskisch am stärksten beanspruchten Gebieten geht nicht über das hinaus, was man schon in tiefern Faltenstockwerken des Mesozoikums sehen kann: Phyllit, der noch lange nicht der typische »Quarzphyllit« ist, und Bändermarmor, dem man leicht ansieht, ob er aus rotem Knollenkalk, aus grauem Netzkalk oder aus lichtem Riffkalk entstanden ist. Ich kenne nichts, was z. B. auch nur den Magnetitporphyroblasten des Jura der Windgällen verglichen werden kann. Es findet sich auch im Paläozoikum der Ostalpen, im sichern Paläozoikum sowie in den Schichten, in denen man mit einiger Begründung solches vermuten kann, nirgends Granit, Aplit, Pegmatit, selbst die basischen Laven fehlen in der südlichen Geosynklinale (im Altpaläozoikum!). Demnach ist magmatische Einwirkung auf diesen Schichtenkomplex nicht in Rechnung zu ziehen.

Von den Schichtengruppen, deren Einrechnung zum Paläozoikum in Frage kommen kann, trotzdem strikte Beweise nicht vorliegen, steht im geologischen Interesse an erster Stelle die sogenannte »Kalkphyllitgruppe« aus der obern Schieferhülle der Hohen Tauern. Es ist ohne weiteres zuzugeben, daß keine der fossilführenden Serien — etwa in erster Tiefenstufe umkrystallisiert gedacht — ohne weiteres genau so aussehen würde, alle diese sind, wie oben erwähnt, bunter, d. h. Kalk, Ton, Kiesel, ist lagenweise sauberer geschieden. Aber wir können Übergänge zu jener ziemlich diffusen Verteilung der Carbonates, durch welche der Schichtkomplex der »Kalkphyllite« charakterisiert ist, verfolgen: von O her, d. i. von Graz über Murau und von N, von Dienten bis Goldegg in der Grauwackenzone und über die Klammkalkzone (die dann ohne Bedenken eingereiht werden kann) führt allmähliche Änderung in Stoff- und Mineralfazies vom normalen Paläozoikum zur Schieferhülle.[1]

Bei der Beantwortung dieser für die Ostalpengeologie sehr wichtigen Frage ist der unmittelbare Augenschein nicht außer acht zu lassen. Vom Fuß des

[1] Vgl. die Darstellung dieses Überganges bei F. Trauth, Denkschr. Akad. der Wissensch. Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. C. 1925, p. 105 bis 106, p. 135 bis 136.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hochkönig bis Gastein trifft man immer wieder in ermüdender Einförmigkeit die gleichen Gesteinstypen ausgenommen natürlich die am Nordrand der Klammkalkzone eingeklemmten spärlichen Reste der Krimmler Synklinale —, ziemlich sicheres Mesozoikum und im Gestein von Grauwacken- und Klammkalkzone gut zu unterscheiden (nach dem unverdächtigen Zeugnis von R. Staub, Bau der Alpen, p. 177). Im S, d. i. im Liegenden der damit markierten Schubfläche, sind die ursprünglich gleichen Gesteine etwas stärker umgewandelt; daß es dieselbe Serie ist, bezeugt der Fossilfund von Hollersbach. Daß dieser Kalkzug fremd aus der Grauwackenzone eingefaltet sein könnte (Trauth, l. c., p. 105), macht mir wenig Sorge. Erstens ist die Überfahrung der Klammkalkzone durch die Grauwackendecke kein beobachtbares Faktum, sondern eine Hypothese. Wie man sich zu dieser immer stellen mag, hier darf man dieses Argument nicht brauchen; denn die Termier'sche »Überfahrung« ist doch erst thema probandum, soll durch geologische Beobachtung im und am »Fenster« begründet werden, nicht umgekehrt! Was die Wahrscheinlichkeit einer solchen Einfaltung anbetrifft, so ist zu bemerken, daß solche unregelmäßige Vermischung der tektonischen Serien nicht so häufig und stets unmittelbar kenntlich ist, und daß für jede normale tektonische Konstruktion die Krimmler Trias zwischen Grauwacken- und Klammkalkzone liegt. Von einer solchen zweiten, südlicheren Triassynklinale ist dort nichts bekannt geworden. Es scheint mir sehr gezwungen, einen so verwickelten Mechanismus in Gang zu setzen, bloß um »Eulen nach Athen zu tragen« und einen »Grauwackenkalk« in eine Serie tektonisch einzumischen, die von seiner normalen Gesellschaft, der typischen Grauwackenserie, sich nicht unterscheidet. Noch unwahrscheinlicher ist allerdings die Annahme, ein Deckenschub hätte aus jeweils etlichen hundert Kilometern Distanz gerade drei Serien nebeneinander gelegt, die, obwohl von ganz verschiedenem Alter (Lias, Oberjura, Altpaläozoikum), sich so zum Verwechseln ähnlich sehen (wieder nach Zeugnis von Staub, l. c., p. 178) wie Obere Schieferhülle, Klammkalkserie und Grauwackenzone. Da ist es doch einfacher, anzunehmen, daß es sich stets um Schuppen aus demselben Stockwerk handelt (vgl. dazu den Stil der interessanten Schuppenprofile bei Trauth, Denkschr. Akad. Wien, Bd. CI, 1927, Taf. A), aus einer Gesteinsserie, die bereits variskisch verfaltet und verschuppt (siehe nächsten Absatz), bei der alpidischen Faltung dann in gleichem Sinn, aber mit Ausnahme einer Einfaltung von Trias wieder nur in sich durchbewegt worden ist. Auch in diesem Falle, ohne eigentlichen Fernschub, wird die Abwicklung all der Falten und Schuppen zwischen Dienten und Gastein eine ziemlich große ursprüngliche Entfernung geben und da scheint die Annahme einer mäßigen Faziesänderung nicht ungerechtfertigt, besonders wenn man sich die damalige Situation vor Augen hält. Vermutlich bildete die durch Gesteinsfazies der dritten Tiefenstufe ausgezeichnete Haupthebungsachse des Altkrystallin: Äußeres Ötztal—südliche Venedigerhülle—Schober—Spittal a. d. Drau—Sau—Koralpe im Paläozoikum eine Geantiklinale, welche das nördliche von dem südlichen Geosynklinalbecken trennte. Auf der Nordhalbkugel läuft nun in einem geschlossenen Meeresbecken die Strömung an den Küsten gegen den Uhrzeiger um. So wurde die Flußtrübe von dem Festland, das nicht weit westlich vom Meridian des Brenner begonnen haben muß, an der Nordseite der Geantiklinale ostwärts verfrachtet; die Hauptmasse wurde in der Tauernbucht ausgeflockt und von dort nimmt diese Beimengung im Sediment gegen O^1 und gegen N ab. An der Südseite der Geantiklinale kam nach derselben meereskundlichen Regel die Strömung von O, aus dem freien Meer, also mit reinem Wasser, weswegen im südlichen Becken die zoogenen Absätze weitaus vorwiegen.

[1] Betreff der Kalkphyllite des Burgenlandes (»Rechnitzer oder Günser Schieferinsel«) habe ich mir, leider hier allein auf die Literatur angewiesen, über das Quantitative kein Bild machen können. Sollte hier der terrigene Einschlag wieder größer sein, als er in Graz war, so wäre das auf Rechnung eines Festlandes zu setzen, das man vermuten kann als Scheide zwischen dem Becken mit rheinischer Fazies, die bis ins polnische Mittelgebirge bekannt ist, und der oben erwähnten freien See, die von unserem südlichen Geosynklinalbecken nach O und SO sich erstreckte (vgl. dazu den uralischen Einschlag in den Faunen der Karnia!).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wo die altpaläozoische Serie sehr mächtig und das Ausmaß der Faltung nicht zu groß war, genügte sie, um bei der variskischen Faltung für sich ein Faltenstockwerk zu bilden,[1] wie in den Karnischen Alpen. Andernorts war der Faltungstiefgang verhältnismäßig größer, es wurde auch das Liegende der paläozoischen Sedimente in den variskischen Faltenbau einbezogen; und das war, wie oben ausgeführt, in den variskischen Geosynklinalen meistens der Phyllit der Serie III, manchmal aber auch tieferes, wie die Diaphthorite in der Grauwackenzone bezeugen. Diese durch die variskische Verfaltung und Verschuppung aus Altpaläozoikum und Serie III gebildete Mischserie, beziehungsweise ihr Faltenstockwerk spielt weiterhin die Rolle einer normalen Liegendserie des Mesozoikums und ist, weil die einheitliche tektonische Überarbeitung der Gesteine diese Zusammengehörigkeit sehr augenfällig macht, früher vielfach als normale Sedimentfolge angesehen worden. Immerhin hat man heute bereits mit einigem Erfolg begonnen, diese Mischserie aufzulösen, in Graz, in Steinach[2] und auch in der Grauwackenzone.[3] Wichtiger für unser Thema sind die paläozoischen Gebiete von Turrach und Murau. Turrach bietet den klarsten Beleg dafür, daß »Paläozoikum« der älteren Autoren oft eine tektonische Mischserie ist, die in der angegebenen Weise aufgelöst werden muß. Wenn man nämlich die »oberen Schiefer« der Turracher Bergleute als Carbon (wie gebräuchlich) ansieht, so müßte man das ganze Phyllitgebiet die Gurk abwärts und weiter durch Innerkärnten auch dazu rechnen (was doch zu einigermaßen paradoxen Ergebnissen führen würde); denn die Grenze zwischen »Carbon« und Phyllit, welche in den Übersichtskarten, besonders bei einigen neueren Tektonikern, eine so wichtige Rolle spielt, ist dort von den alten Aufnahmsgeologen eingestandenermaßen nur theoretischen Erwägungen zuliebe in einen einheitlichen Schichtenkomplex hineingelegt worden.[4] Dafür, in Turrach eine variskische Verfaltung von ziemlich spärlichem Devon mit

---

[1] Beispiele, sowohl für Stockwerksbildung als auch für eine gewisse Proportionalität zwischen Schubweite und Faltungstiefgang gibt schon die Übersichtskarte der Ostalpen. Da liegen nebeneinander und übereinander gestaffelt — die Zonen: aus jüngeren Tertiär allein — Alttertiär mit Kreide — Mesozoikum, und zwar in den nördlicheren Schuppen meist das jüngere und in den südlicheren der ältere — Paläozoikum und Phyllit — »altkrystallines« Grundgebirge, jede Schichtengruppe für sich ziemlich allein ein Stockwerk bildend. Und nebeneinander sieht man auch: in der Molassezone Falten mit geringer Förderungsweite und darum auch seicht, auf die Molasse beschränkt, und in der Flyschzone weite Schübe, die demgemäß aus der Unterlage »Klippen«-Mesozoikum (betreffs der ursprünglichen Stellung dieses vgl. die wichtige Arbeit von Trauth F. in Mitt. d. Geolog. Ges. in Wien, Jahrg. XIV, 1921, p. 105—265) und sogar Grundgebirgsschüblinge in den Schuppenbau eingeschaltet haben.

Schwinner R., Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Abt. I, 134. Bd., 1925, 219, und Zentralbl. f. Min. 1925, B, p. 241.

[3] Für diese Trennung sprechen alle neueren Aufnahmen; Hammer, Ohnesorge, Spengler, Stiny.

Peters K., Jahrb. 1855, p. 524/5. Hauptmotiv: Scheu vor jedem tektonischen Wagnis. Man vergleiche, wie umständlich P. ebendort nachweist, daß die

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Gurktaler Phyllit, transgrediert von Obercarbon, zu sehen, spricht eine Reihe von weiteren Beobachtungen ganz derselben Art, wie ich sie vom Brenner beschrieben habe.[1] Steht dies einmal fest — und ich sehe nicht ein, was gegen diese unmittelbar evidenten Beobachtungen eingewendet werden könnte —, dann muß man aber wohl auch in dem nahen paläozoischen Gebiet von Murau die Schiefer, welche an Frauen- und Stolzalpe usf. die paläozoischen Bänderkalke und Kalkphyllite überdecken — und die Geyer ohnedem gleich als Quarzphyllit bezeichnet hat — ebenfalls als variskisch überfalteten Phyllit der Grundgebirgsserie III ansprechen.

Damit haben wir in der unmittelbaren Nachbarschaft der Hohen Tauern ein tektonisches Normalprofil von großer Wichtigkeit gewonnen. Es tritt nun bei Gmünd (siehe oben p. 336), am Katschberg (Becke) und im Lungau (Geyer) in der oberen Schieferhülle als normale Folge auf: Kalkphyllit liegend, kalkfreier Phyllit hangend — genau das Murauer Profil! Da liegt es nahe, auch diese Folge, die übrigens auch sonst in der Tauernhülle beobachtet ist (Sander, Hartmann), aufzufassen als variskische Überfaltung des Paläozoikums durch Phyllit der Randsenke. Korrelat dazu wäre die zweite tektonische Phase, welche in den Zentralmassen des nördlichen Tauernrandes unterschieden werden kann[2] und die charakterisiert ist durch nur teilweise Durchbewegung, an Quetschzonen, hauptsächlich im Hangend der Zentralgneise. Die nachfolgende Rekrystallisation war nicht bedeutend[3] und es verbindet daher eine gemeinsame tektonische Gesteinsfazies den Nordrand der Hohen Tauern mit den anderen Teilen der variskischen Faltungszonen, den »Grauwackengesteinen«, was W. Schmidt bereits hervorgehoben hat.[4]

Eine wichtige Sonderstellung nimmt gegenüber dem sonstigen Paläozoikum das Carbon ein (fast schon zu Serie V zu rechnen!). Wenn man nur den Stoffbestand betrachtet, so könnte man seine Konglomerate, Schiefer und Diabase ganz gut mit Serie III vergleichen, ja bei Berücksichtigung eines magmatischen Zuschusses (der dort gar nicht unwahrscheinlich wäre) sogar mit Serie I. Und die so häufige Mischserie der Grauwackenzone, in der durch Erosion der Devonkalk reduziert und durch Zufügung des transgressiven Carbons eine entschiedene Vormacht der Schiefer vor dem Kalk zustande

---

Hellglimmerschiefer mit Marmor, Amphibolit, Graphitquarzit (typische Serie II), die an der Wimitz aufbrechen, wirklich ältere Gesteine sind als der Phyllit und nur tektonisch zu ihrer scheinbar höheren Position gekommen sind.

[1] Schwinner R., Zentralbl. f. Min., 1925, B, p. 276 bis 278. — Sander B., Jahrb. 1914, p. 631, gibt einen nachkrystallin gefalteten Quarzphyllit von Steinturrach an. Das liegt mitten im »Karbon«gebiet. Vgl. dazu bei Sander (ibid.) und meine Bemerkungen über den Phyllit vom Nößlacher Joch.

[2] Kölbl L., Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1924, math.-naturw. Kl., Abt. I, CXXXIII. Bd., p. 317.

Neubildung von Muskovit. Kölbl, l. c., p. 301 bis 302.

[4] Schmidt W., Jahrb. 1921, p. 110 ff. Mit einiger Reserve kann auch die dort gegebene Seriengliederung hier herangezogen werden.

[5] Dürfte allerdings nur eine »Konvergenzerscheinung« sein, bei Serien, die beide nach Schluß einer großen Orogenese gebildet worden sind.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gekommen, würde dem Stoffbestand nach sich ganz gut mit Serie II vergleichen lassen. Wenn wir trotzdem ablehnen, eine jene Analogien als stratigraphische Äquivalenz aufzufassen, so stützt sich das auf die deutliche Diskordanz, welche das Carbon, wenn nicht in der Großtektonik, dann in Gefüge und Mineralbestand von allen älteren Serien klar scheidet. Selbst in der Grauwackenzone hat die gemeinsame alpidische Durcharbeitung den Unterschied zwischen Carbonschiefern und Quarzphyllit nicht völlig verwischt, in der eigentlichen Zentralzone kommt das Carbon aber überhaupt nur in ganz und gar nicht metamorphem Zustand vor.[1] Dagegen umschließt es hie und da Gerölle eines Phyllites, in Tracht und Mineralbestand ganz gleich dem, wie wir ihn heute in Serie III vorfinden; ein solcher lag also damals bereits völlig fertig metamorphosiert an der Oberfläche aufgeschlossen, und da Phyllitgerölle nicht weit transportiert werden können, werden die der Turracher Konglomerate z. B. kaum anderswoher kommen als aus dem Gurktalphyllitgebiet.

Bei dieser Gelegenheit drängt sich die nicht uninteressante Frage der ursprünglichen Verbreitung der einzelnen alten Deckgebirgsserien auf. Suborogene, mehr oder minder grob klastische Absätze wie das Obercarbon können naturgemäß keine geschlossene Decke gebildet haben; denn die Schuttansammlung in den Senken fordert ein nahes Abtragungsgebiet, Gebirgsrücken, welche eben diesen Schutt geliefert haben. Im marinen Altpaläozoikum kennen wir aber kaum viel sichere Strandfazies und das könnte mit gewissen Reduktionen auf den Geantiklinalen, wie sie das Beispiel von Graz nahelegt,[2] eine ziemlich geschlossene Decke über den Zentralalpen gebildet haben. Die Schotter des Obercarbons, die aus jener abgetragenen Decke stammen, sind nun leider verarmte Restschotter, in denen nach Verwitterung und abermaliger Umlagerung nur das chemisch unangreifbare: Quarz, und Lydit übriggeblieben ist, neben gelegentlichen Lokalbeimengungen (Phyllit, Carboneruptiva usf.). Aber Einiges kann man doch daraus schließen. Eine der ergiebigsten Quellen für Quarz ist sicher der »Quarzphyllit« mit seinen Lagern, Knauern und Schwielen von Quarz und aus dieser Serie wird auch das übrige, weil mechanisch und chemisch leicht zerstörbar, am leichtesten entfernt werden. Ein Teil dieses Phyllites war nun regelmäßig übers Paläozoikum überfaltet worden, die Hauptmasse lag aber normal darunter, und um zu dieser zu gelangen, mußte die Erosion das Hangendpaläozoikum zuerst entfernen. Vergleicht man nun die Verbreitung der Lyditgerölle mit dem quantitativ geringen

[1] Das gilt sogar weiter nach W. Nach neuerlichem Besuch und Vergleich kann ich feststellen, daß das Tödicarbon wenig verschieden von unserem ist, natürlich wenn man von den magmatischen Nachzüglerwirkungen (Pegmatit, Kieselösungen, vgl. die schöne Arbeit von B. G. Escher, »Prätriasische Faltung« usw., Zürich 1911) absieht, die aber nur lokale Veränderungen hervorgebracht haben (NB. Was die Schweizer neuestens »älteres Carbon« zu nennen belieben, hat natürlich mit wirklichem Carbon nichts zu tun. Vgl. p. 363, Anmerkung 2.)

[2] Vgl. Schwinner R., Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Abt. I, CXXXIV. Bd., 1925, p. 275.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Anteil dieses Gesteins an der Schichtenfolge selbst in den Karnischen Alpen, so wird man zu dem Schluß kommen, daß große Flächen des paläozoischen Deckgebirges damals mit aufgearbeitet worden sein müssen. Trotzdem ist es merkwürdig, daß diese Decke dabei von den Flächen des sogenannten »Altkrystallin« so fast restlos entfernt worden ist; nach einer einigermaßen starken Faltung hätten eingeklemmte Synklinalen erhalten bleiben müssen (nach Art der Brettsteinzüge). Daß solche paläozoische Sedimentkeile fehlen, führt zu dem Schluß, daß schon die variskische Faltung für den größeren Teil der Zentralzone eine eigentliche Durchbewegung nicht mehr gebracht hat, sondern Blockbewegungen von geringerem Ausmaß, besonders von unbedeutendem Tiefgang, oder mit anderen Worten, daß die Faltung, die in der algomanischen Ära im Krystallin der Zentralzone kulminiert hatte, in der variskischen bereits an deren Ränder hinaus gewandert war.

Schließlich wäre als Serie V das Mesozoikum anzuführen. In den beiden Geosynklinalen, welche die krystalline Zentralzone im N und im S begleiten,[1] ist diese Serie charakterisiert durch einen recht regelmäßigen Wechsel von kalkigen und kalkarmen Abteilungen, in großen Schichtenpaketen in der Trias (Bittner) und mit überhaupt viel geringeren Mächtigkeiten und viel bunterem Wechsel der Fazies vertikal und horizontal im Jura, immer mit bedeutender Vormacht von Kalk (beziehungsweise Dolomit). Dieses normale ostalpine Mesozoikum kann mit keiner unserer metamorphen Serien in Vergleich gebracht werden. Ob das Mesozoikum die Zentralzone jemals lückenlos überdeckt hat, läßt sich wieder nicht entscheiden, wohl aber gibt die Art der Faziesänderungen in dieser Richtung recht gute Anhaltspunkte, wie das, was dort vorhanden gewesen ist, im allgemeinen ausgesehen haben muß. Da ist festzustellen, daß die großen Mächtigkeiten kalkarmer, grob- oder feinklastischer Schichtenglieder nicht an der Zentralzone liegen, mit alleiniger Ausnahme der Basis: Verrukano-Werfener Schichten, aber das ist evident, daß diese Fazies nicht auf die Zentralalpen hinaufgreift.[2] Dagegen sind die

[1] Daß man in den Ostalpen mit einer Geosynklinale nicht auskommen kann, dafür ist Haug ein unverdächtiger Zeuge. Muß man aber mindestens zwei Tröge in Anspruch nehmen, um die tatsächlich beobachteten Faziesfolgen unterzubringen, so ist es am einfachsten, sie an Ort und Stelle zu lassen, nördlich und südlich von der krystallinen Hebungsachse, wo sie heute auch noch liegen. Damit spart man sich das Pseudoproblem, wie die offenbar primären Randbildungen (vom »Buntsandstein« bis zum Plassenkalk) und die über Untiefen verkümmerte zentralalpine Fazies nach all den riesigen Überschiebungen genau so zu liegen gekommen sind, wie sie sich bei primärem Absatz an der zentralalpinen Geantiklinale auch ohnedem gebildet hätten.

Man nimmt vielfach an, daß diese Schichtengruppe in den Zentralalpen durch weiße Serizitquarzite vertreten wurde, was allerdings direkt nicht nachweisbar ist. Im Gegenteil, überall, auch dort, wo beide Gebilde am besten entwickelt sind, zwischen Salzach und Enns, stehen sie einander schroff und unvermittelt gegenüber, ohne Spur einer Andeutung eines Überganges. Da die oft ganz lokal klastischen Bildungen der Werfener ein nahes Abtragungsgebiet fordern, ist gänzliches Fehlen dieser Stufe auf der Geantiklinale auch denkbar. Die Stellung der Quarzite ist aber aus verschiedenen Gründen noch offenes Problem (vgl. oben p. 348).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kalkbildungen von Riffcharakter gegen die Zentralzone zu gut entwickelt und gelegentlich verschmelzen sie unter Ausfallen der trennenden kalkarmen Abteilungen zu gewaltigen Massen (Ausfallen der Carditamergel in der Berchtesgadener, Ennstaler, Mürztaler Trias, ebenso wie zwischen Lienz und Reißkofel). Diese Kalke (beziehungsweise Dolomite) greifen entschieden auf die Geantiklinale über und bilden von der kenntlichen zentralalpinen Trias den Hauptteil (ganz entsprechend der Kalkvormacht, der die ostalpinen Fazies im allgemeinen und auch in den vorerwähnten Übergangszonen charakterisiert). Von den (verhältnismäßig) kalkarmen Abteilungen sind nur die schwarzen Rhätmergel ziemlich allgemein bemerkbar, selten die Carditaschichten oder gar der Lias. Das meiste, was als Äquivalent solcher Stufen angesehen wird und die stratigraphischen Tabellen füllt, ist sehr zweifelhaft. Oder es ist unzweifelhaft fremd, tektonisch in die Serie eingemischt, ebenso wie vielfach der Phyllit (III) ins Altpaläozoikum (IV). Das ist bis jetzt nur vom Brenner und von Innerkrems[1] nachgewiesen, man wird diese Möglichkeit aber auch andernorts im Auge behalten müssen. So haben wir bei Radstadt neben nicht oder kaum umgewandelten mesozoischen Gesteinstypen — besonders die fossilführenden Rhätmergel sind hier ebenso wie in Innerkrems genau die der Kalkalpen, ohne jede Umminerali-sation — als angebliches Mesozoikum die »Pyritschiefer«, von denen viele ganz den Habitus der Serizit- und Quarzphyllite (Serie III) zeigen, und deren Mineralbestand gelegentlich sogar auf Relikte der zweiten Tiefenstufe deutet.[2] Ein Zusammentreffen so verschiedener Gesteinsfazies ist in einer tektonischen Mischserie verständlich, in einer von Anfang an einheitlichen Ablagerung nicht.[3]

Nach den Feststellungen, die wir bereits beim Obercarbon machen konnten, ist nicht weiter verwunderlich, daß wir das zentralalpine Mesozoikum nirgends nennenswert metamorphosiert finden. Auch an Stellen, die starken tektonischen Beanspruchungen sichtlich ausgesetzt waren, sind jene Gesteine, welche überhaupt mit

---

[1] Betreff Brenner verweise ich auf Kerner's ausführliche Beschreibungen, betreff Innerkrems auf Thurner (Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, Bd. LXIII), (vgl. p. 348).

Trauth (l. c., p. 157) gibt für die teils ziemlich unveränderten, teils stärker metamorphen Pyritschiefer summarisch: Quarz, Serizit, fast allenhalben Rutil-Tonschiefernädelchen, Pyrit, gelegentlich Albit, Chlorit, Biotit, Zirkon, Turmalin, Titanit. Mineralien, die kaum der »lokal stärkeren Dislokation« zu verdanken sind, zumal der Stil des Bewegungsbildes diese Vorgänge in sehr oberflächennahe Zonen verweist, ähnlich den nördlichen Kalkalpen (Schmidt W.).

Um Mißverständnisse zu vermeiden: es soll hier nicht behauptet werden, daß die Radstädter Pyritschiefer dieses oder jenes Alter hätten; nur daß die angegebenen Beobachtungen den Verdacht nahe legen, daß unter jenem Sammelbegriff ganz Heterogenes einbezogen wäre. Diese Möglichkeit ist bei den Radstädter Stratigraphien bis jetzt nicht in Erwägung gezogen worden. Bei dieser Gelegenheit wäre auch aufzuklären, wieso der Pyrit, außer in gewissen Pyritschiefern (nicht in allen), sehr reichlich auch in den von Becke beschriebenen Diaphthoriten des Twenger Krystallin vorkommt, aber so gut wie nicht im Kalk oder Dolomit (vgl. Trauth, l. p. 156).

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bestimmten aus der normalen Sedimentserie vergleichbar sind, auch in der Tracht jenen gleich,[1] abgesehen von rein mechanischen Umformungen, die auch in tieferen Faltenstockwerken der Kalkalpen vorkommen und die eine direkte makroskopische Vergleichung nicht beeinträchtigen.[2]

Das Mesozoikum (exklusive Oberkreide) ist die letzte Schichtengruppe, die ungefähr zusammenhängend das Krystallin der Zentralalpen überdeckt hat, es ist auch die letzte, die mit Krystallin in engeren tektonischen Verband tritt. Gegenüber der variskischen Ära ist in der alpidischen die Faltung wieder mehr nach außen gewandert.[3] In der Zentralzone ist hauptsächlich das Mesozoikum der beiden alten Quersenken Brenner und Radstadt-Spittal mit Krystallin verfaltet worden. Längssynklinalen markieren noch die fast schon abgetragenen Sedimentkeile des Matreier Zuges und von Villgraten und Kalkstein. Im N ist das Gegenstück dazu, der Krimmler Zug außer die Zentralzone in die Grauwackenzone gewandert. Dagegen scheint das Semmeringmesozoikum wieder lebhaft mit Krystallin verfaltet. Die großen Blöcke dazwischen blieben ungefaltet und daher ist ihr mesozoisches Deckgebirge bis auf einige Reste (Kärntner Innensenke, Bosruck, Bacher) abgetragen und entfernt worden.[4] Gosau und Eozän mögen einst weiter verbreitet gewesen sein; in die Faltung sind sie nirgends mehr einbezogen[5] und daher bis auf ganz unbedeutende Relikte wieder weggewaschen worden (vermutlich im Lauf der Oligozän), es genügten dazu einfache Heraushebungen der Blöcke, die man sich gar nicht groß vorstellen darf; denn eine merkliche Schuttausstrahlung haben die Zentralalpen bis Mitte Tertiär nicht

---

[1] Die wichtige Beobachtung hat zuerst Cornelius in der »ostalpinen Wurzelzone« des Veltlin gemacht, sie kann aber auch bei uns gemacht werden, so z. B. in der Fortsetzung jener Zone, in den eingeklemmten Triassynklinalen des Hochpustertals usf.

Nach vorstehendem ist unser Urteil über die Kalkphyllitgruppe oder »obere Schieferhülle« der Hohen Tauern selbstverständlich: sie sind in Stoffbestand und Tracht von allen einigermaßen sicheren mesozoischen Vorkommen der Ostalpen, besonders auch ihrer Zentralzone, verschieden, es sind auch gar keine Übergänge bekannt, welche eine solche Parallelisierung rechtfertigen könnten.

Eine sehr gelegene Bestätigung und Ergänzung dieser Ansicht bringt die schöne, neue Arbeit von A. Kern (Zur geologischen Neuaufnahme des steirischen Erzberges, 1925—1926; Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb., Bd. LXXV., 1927, 23—29, 49—55). Danach war selbst in Eisenerz, d. i. ganz am Rand der Zentralalpen gegen die Kalkalpen, der Gebirgsbau in den Hauptzügen bereits vor Trias (also wohl variskisch) fertig ausgearbeitet und die alpidischen Dislokationen sind dort verhältnismäßig von viel geringerer Bedeutung.

[4] Zeugen der Aufarbeitung solcher ehemaliger Sedimentbedeckungen mögen die einzelnen merkwürdigen Schottervorkommen sein: die mesozoisch aussehenden Kalkgerölle von der Westseite der Stubalpe (Heritsch F., Peterm. Mitt., 1923, p. 114), ebenso wie die Eozängerölle von Radstadt und Kirchberg. Alle diese müssen ziemlich aus der Nähe stammen; denn einen längeren Flußtransport übersteht keines dieser Gesteine.

R. Staub behauptet, daß Eozänflysch in den Tarntalern (l. c., p. 71) und Gosau in den Radstädtern vorkomme (l. c. p. 181): man wird weitere Bestätigung dieser rein aufs Augenmaß hingestellten Behauptung abwarten müssen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

geliefert. Miozän ist wieder weiter verbreitet gewesen, wenn auch nur als lokale Muldenfüllung, und diese Formation ist stellenweise sogar wieder eingefaltet oder mindestens tief ins Krystallin eingesenkt worden. Aber diese orogenen Gebirgsbewegungen sind auf ganz schmale Streifen beschränkt geblieben; die fast allgemein prachtvoll erhaltenen mitteltertiären Verebnungen bezeugen, daß die eigentliche Masse der Zentralalpen damals nicht mehr durchbewegt worden ist. Als Korrelat zu den Faltungsakten, welche seit Mitte Tertiär die äußeren Zonen der Alpen betroffen haben, kann man nur gewisse Kluftsysteme ansehen, die das Krystallin ziemlich regelmäßig meist etwa submeridional zerteilen und gelegentlich auch in die äußeren Zonen hinaus sich fortsetzen.[1] Aber auch der ersten Hälfte der alpidischen Faltungsära können wir kaum mehr Einfluß auf das Gefüge unseres zentralalpinen Krystallin zugestehen; denn selbst in den Gebieten stärkster Faltung, denen, wo Mesozoikum des Deckgebirges tief eingefaltet worden ist, zeigt sich fast nur reine mechanische Beeinflussung, die rückschreitende Metamorphose in dem mitverfalteten Krystallin zeigt Grauwackentypus und kann, wie dort, schon variskisch sein, zumal der Mineralbestand des Mesozoikums von dem jener älteren Schiefer abweicht (vgl. p. 376). Dann kann in den Blöcken außer der Faltungszonen, die manchmal noch undurchbewegtes Obercarbon oder Mesozoikum tragen, auch nichts anderes als Kluftbildung entsprechen. Endogene Einflüsse spielen in der alpidischen Ära keine Rolle mehr. Weder die Tauerngoldgänge[2] noch der Bimssteindurchbruch von Köfels noch die basischen Gänge, welche sich an den Rändern der Unterengadiner Innensenke häufen[3] (Hammer), haben merkliche Wirkungen auf das Umgestein ausgeübt. Für die weiten Flächen, auf denen solche Zeugen fehlen, wird man daher solche Beeinflussungen gänzlich ausschließen dürfen.

Nachdem wir nun die ganze Reihe der Sedimentserien durchgesprochen haben, kehren wir zurück zum Problem, die drei Serien, die wir im Krystallin der Ostalpen unterscheiden konnten, in die allgemeine stratigraphische Folge einzureihen. Dafür, in ihnen metamorphe Äquivalente der auch fossilführend in den Ostalpen vertretenen Formationen zu sehen, liegen klar bejahende Befunde überhaupt nicht vor, dagegen spricht die klare Scheidung, die sich meist in einem scharfen Hiatus der Gesteinsfazies ausdrückt, aber auch noch in den durch gemeinsame Tektonik vereinheitlichten Mischzonen (Grauwackenzone) kenntlich ist. Übergänge zwischen

---

Wie ich im Ennstal nachgewiesen. Zeitschr. d. Deutschen u. Österr. Alpen- 1924, p. 42.

[2] Petraschek W. (Metallogenetic Zones in Eastern Alps, Pan American Geologist, vol. 47, march' 1927, p. 110) führt für die junge, und zwar perimagmatische Entstehung neue und bemerkenswerte Gründe an. Zu den weiteren dort ausgesprochenen Ansichten — denen ich mich nicht anschließen kann — vergleiche die oben zitierte Arbeit von A. Kern.

[3] Was bezeugt, daß diese keine zufällige Erosionslücke (»Fenster«) ist, sondern Tiefbau des Gebirges begründet.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

beiden Gruppen sind nicht beobachtet, ausgenommen jenen von Dientner Paläozoikum zur Kalkphyllitgruppe der oberen Schieferhülle. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind daher die Gesteine unseres Grundgebirges älter als alle fossilführenden Schichten unseres Deckgebirges.

Der nächste Anhaltspunkt ist die allgemeine Faltung, welche eben das Grundgebirge vom Deckgebirge unterscheidet. Es liegt nahe, sie mit der epijatulischen Faltung Fennoskandiens gleichzustellen, welche ich mit Benützung der nordamerikanischen Bezeichnungsweise algomanisch nennen will (entsprechend kaledonisch, variskisch, alpidisch). Dann kann Serie III, die jünger als jene Faltung ist, entweder jotnisch oder[1] kambrisch (inklusive Untersilur?) sein. Der Stoffbestand: Tonschiefer mit grob- und feinklastischen Horizonten und basischen Ergüssen würde in beiden Fällen stimmen (Skandinavien, Böhmen). Gelegentliches Vorkommen von Kalk wäre besser mit Cambrium vereinbar (Sardinien), die große Mächtigkeit spricht mehr für jotnisch; denn da das Charakteristikum des mitteleuropäischen (»böhmischen«) Kambrium die Reduktion ist, scheint gelegentliches Fehlen plausibler als plötzliches Wiederanschwellen. Gegen die Annahme kambrischen Alters entscheidet, daß die Hauptrennung zwischen Serie III und dem fossilführenden Paläozoikum liegt und letzteres in den Nord- und Südalpen auch noch Caradoc umfaßt. Die tiefste Trennung, die in diesen Formationen bekannt geworden, liegt zwischen Unter- und Obersilur (altkaledonische-takonische Diskordanz). Das Caradoc müßte mit dem Kabrium gehen; tatsächlich schließt es sich aber ans Obersilur an, scheinbar in ganz normaler Schichtenfolge, gewiß ohne auffälligen Hiatus.

Was unsere tieferen Serien betrifft, so ist die Ansicht allgemein, daß sie tiefstem Grundgebirge, dem Archäikum s. str. aus den klassischen Gebieten noch nicht gleichen. Das Urteil bezieht sich wohl nur auf die Tracht, aber die ist eben überall für jenen Gesteinskomplex bezeichnend, und es lassen sich auch gute Gründe dafür geben, daß die ältesten und tiefsten Schichten unbedingt jene Tracht tragen müssen, unbeschadet der Möglichkeit, daß sie da oder dort auch in jüngeren Schichten hinaufreichen könnte.[2] Serie I und II gehören somit dem Eozoikum[3] an und sollen für's erste mit der jatulischen und kalevischen Formation verglichen werden. Der Stoffbestand ist mit dem der fennoskandischen Formationen wohl vergleichbar (basische Laven, Marmor, Kohle).

---

[1] Jotnisch und kambrisch zusammen ist in einer recht einheitlichen Serie kaum anzunehmen: da liegt in aller Welt eine sehr merkliche Lücke und Diskordanz dazwischen.

[2] Etwa im Gefolge des Algoman. Daß solche vollständige Umprägung von Gestein und Serie auch in jüngerer Zeit und in höheren Horizonten vorkäme, ist nicht bewiesen.

[3] Ich ziehe diesen Namen vor, weil schon von Stur hier in ziemlich gleichem Sinn gebraucht worden ist, weil er günstiger klingt als Proterozoikum und weil eine gewisse Unabhängigkeit von der amerikanischen Bezeichnungsweise vielleicht vorläufig von Vorteil ist. Algonkium ist wegen mißverständlichen Gebrauches auch in Amerika aufgelassen worden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zentralalpen	Gebirgsbewegungen		Magmatische Ereignisse	Gefüge, Metamorphose	Sedimentation	Oberflächengestaltung
Quartär	Ausklingen der Orogenese		Vulkanismus an den Alpenrand gewandert! Vereinzelte Nachzügler (Durchbrüche und magmatische Gangfüllungen)	Mehrere Scharen von Klüftungen	Lokal grobe Schotter u. ähnl.	Modellierung der tektonischen Form zum heutigen Hochrelief
Pliozän	Blockbewegungen korrelat zur Faltung der Kalkalpen	Starke Höherschaltung				
Miozän		+ und − (Ausmaß nicht zu groß)			(In den Senken) Braunkohlen, Ton, Sandstein, feine Schotter	Flachrelief (Bildung der Längstäler)
Oligozän	Allgemeine Hebung					Flächenhafte Abtragung
Eozän	Schwache Senkung				Nummulitenkalk	
Obere Kreide	Ausklingen der Orogenese		?		Gosau übergreifend (wenig grobklastisches)	
Austrische Orogenese	Faltung nur in schmalen Längs- und besonders Quersenkenzonen (verfaltet meist V + III, eventuell + IV)			Mylonitzonen, schwache Metamorphose des eingefalteten Mesozoikums		Großenteils nicht Abtragungsgebiet
Mesozoikum, Oberes Perm	Hauptsächlich Geantiklinale		Porphyrite der Drauzone		Serie V. Übergreifende Rand- oder Kümmerfazies der ostalpinen Geosynklinalen im N und S	
Unteres Perm	Allgemeine Hebung				(Nur in den Randsenken)	Flächenhafte Abtragung
Oberkarbon	Lokale Einmuldungen				Tonschiefer, Kohle, Quarzrestschotter	Umlagerung des Schuttes

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Variszische Orogenese	Zum Teil gefaltet (Rand- und Innensenken), zum Teil Block (Faltentiefgang III + IV)	Letzte Granite	(Nur im Faltengebiet) Durchbewegung mit schwacher Rekrystallisation, Fazies gegen erste Tiefenstufe konvergierend — Diaphthorese (»Grauwackengesteine«)	Lokal Schuttanhäufung	Festlandsverwitterung
Devon, Obersilur (bis inklusive Caradoc)	Zum Teil Geosynklinale, zum größeren Teil Geantiklinale	Diabas (Blasseneck-Pd.)		Serie IV. Aus den hochmarinen Randsenken mit geringer Reduktion übergreifend (Tauernbucht Schlammfazies-Kalkphyllit)	
Untersilur			Metamorphose von Serie III (erste Tiefenstufe)		
Cambrium					
Jotnisch	Ausklingen der Orogenese	Diabas (Grünschiefer)		Serie III. Quarzphyllit, Basis oft grobe Quarzrestschotter	zum Teil Festlandsbildung?
Algomanische Orogenese	Allgemeine Faltung (Tiefgang I + II)	Granit, Pegmatit	Krystallisation, gegen zweite Tiefenstufe konvergierend (»Muralpengesteine«)	Lokal Schuttanhäufung	Festlandsverwitterung
			Allgemeine Durchbewegung		
Jatulisch	Geosynklinale	Orthoamphibolit		Serie II. b) Gneisquarzit; a) Glimmerschiefer mit den Brettsteinzügen	
? Orogenese	(Kaum zu erkennen)	Granitgneis	Älteste Metamorphose (großenteils verwischt)		
Kalevisch	Geosynklynale	Orthoamphibolit (Eklogit) mit Peridotit		Serie I. Schiefergneis	

Tieferes, beziehungsweise Älteres nicht bekannt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Vorstehend ist das Besprochene in einer Tabelle zusammengefaßt, der besseren Übersicht wegen, auf die Gefahr hin, daß die Bestimmtheit dieser Ausdrucksform die Sicherheit der Grundlagen einigermaßen übertrifft. Sonst ist nur noch zu bemerken, daß die »magmatischen Ereignisse« der Vollständigkeit halber hinzugefügt wurden, obwohl sie in Behandlung des gegebenen Themas nicht besonders durchbesprochen worden sind und auch eine weitere Detaillierung noch sehr nötig hätten.

Ein kurzes Wort zum Schluß! Manches im Vorstehenden mag den Leser vielleicht für den ersten Augenblick befremden. So widersprechen die angegebenen Datierungen weit verbreiteten und heftig verfochtenen Ansichten, aber meines Wissens keinen wirklichen nachprüfbaren Beobachtungen. Und auch nicht der Wahrscheinlichkeit. Wenn von allem auf der Erde aufgeschlossenen Krystallin gut 95% als Archäikum gelten müssen, so wird das auch die Wahrscheinlichkeit sein, welche diese Datierung für ein Vorkommen von Krystallin hat, dem man sonst nichts Böses nachweisen kann. Riskiert man aber hier, an diesem Punkt, die Abweichung vom Herkömmlichen, so werden — wie ich den Kenner wohl nicht einzeln ausführen brauche — alle superlativischen Annahmen, mit denen die Alpengeologie in neuerer Zeit oft gearbeitet hat, überflüssig, und man kann überhaupt auf die methodisch von vornherein fehlerhafte Häufung von Hilfshypothesen verzichten, mit denen jene gewagten Konstruktionen begründet und gestützt worden sind.